

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия архитектуры
и строительных наук
Ассоциация строительных вузов
Правительство Белгородской области
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова

НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ (XXIII научные чтения)

**Международная научно-практическая
конференция, посвященная 65-летию
БГТУ им. В.Г. Шухова**

Белгород, 29 апреля 2019



Сборник докладов

**Издательство БГТУ
Белгород 2019 год**

УДК 001.2
ББК 72+65.291
М 43

Наукоемкие технологии и инновации (XXIII научные чтения)
М 43 [Электронный ресурс]: сб. докладов междунар. науч.-практ. конф.: Белгород: БГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск

ISBN 978-5-361-00706-6

В сборнике представлены результаты исследований, направленных на совершенствование и разработку новых эффективных технологий производства строительных и композиционных материалов; современные конструктивные и организационно-технологические решения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве; возможности использования положений геоники для разработки теоретических основ формирования структуры композиционных материалов; совершенствование и разработку эффективных технологических комплексов и оборудования; достижения в области инженерной защиты окружающей среды; автоматизацию и оптимизацию технологических процессов; организационно-экономические и социальные проблемы.

Материалы сборника предназначены для научных и инженерно-технических работников научно-исследовательских и производственных организаций и могут быть полезны для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов вузов.

УДК 001.2
ББК 72+65.291

ISBN 978-5-361-00706-6

© Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	23
Айзенштадт А.М., Данилов В.Е., Килюшева Н.В. Влияние обработки древесины сосны органо-минеральным раствором на ее поверхностное натяжение	23
Бабаев З.К., Джуманиязов З.Б., Джаберганов Дж.С. Механоактивация лессовидного суглинка и возможности производства высококачественного кирпича в условиях Узбекистана	28
Бессмертный В.С., Яловенко Т.А., Варфоломеева С.В., Назарова С.П. Инновационная энергосберегающая технология получения защитно-декоративных покрытий на листовых строительных стеклах	35
Бондаренко Н.И., Яловенко Т.И., Сопотов И.А., Даценко А.О. Энергосберегающая технология получения смальты на основе боя тарных цветных стекол	38
Братчун В.И., Беспалов В.Л. Модифицированные дорожные асфальтобетоны повышенной долговечности	42
Булгаков М. Основные идентификационные признаки геокомпозитов	48
Дороганов В.А., Вареникова Т.А., Яшкин А.Н. Влияние добавки перлита на физико-механические свойства корундовых легковесных огнеупоров на основе гидравлических вяжущих	53
Дороганов В.А., Неверова Е.В. Исследование свойств систем искусственных керамических вяжущих полученных на основе полевого шпата и песка	57
Дороганов Е.А., Сыса О.К., Шакурова Н.В. Влияние способа формирования на микроструктуру и морозостойкость керамического кирпича	63
Егорова А.Д., Алексеева А.Н., Ефремова С.Е., Ноговницина О.Н. Исследование структуры и свойств глинистого сырья Республики Саха (Якутия)	68
Ерофеев В.Т., Дергунова А.В., Аль Дулайми С.Д.С. Исследование биобетонов и их применение	73
Ерыгина А.О., Мишин Д.А., Никитина М.А. Взаимодействие оксида калия с трехкальциевым алюминатом	77

Жуманиязов М.Ж., Бабаев З.К., Ходжаев А.Ш., Юсупова М.Р. Сырьевые источники приаралья для производства портландцемента в Узбекистан.....	81
Зайченко Н.М., Нефедов В.В. Кисотно-основные характеристики поверхности наполнителя полимерного композита на основе золы- уноса теплоэлектростанций	86
Клименко В.Г. К вопросу проектирования состава многофазовых гипсовых вяжущих.....	91
Косенко Н.Ф., Филатова Н.В., Пимков Ю.В., Муллитсодержащие композиционные материалы на основе активного кремнезема	96
Кочерженко А.В., Марушко М.В., Рябчевский И.С. Пенополиуретановая теплоизоляция с улучшенными эксплуатационными свойствами	101
Лазарева Е.А. Решение проблемы деградации никромовых сплавов в условиях высокотемпературной коррозии	106
Лазарева Е.А., Садчикова И.Н., Тышлангян Ю.С., Лазарева Г.Ю. Виды декоративно-отделочных материалов для дизайна архитектурной среды и строительства.....	112
Минько Н.И., Добринская О.А., Добринский М.В. Гидроксильные группы в структуре силикатного стекла	121
Морева И.Ю., Вареникова Т.А., Кириллова Н.К. Аддитивные технологии в производстве керамических изделий.....	126
Нелюбова В.В., Усиков С.А., Масанин О.О. Особенности сырьевого состава смеси для высокопрочных бетонов в России	129
Низина Т.А., Володин В.В., Бальков А.С. Дегидратированная глина как эффективная минеральная добавка для бетонов.....	133
Новоселов А.Г., Вакуленко Е.А., Ершова Ю.И. Исследование влияния шлака ОЭМК на свойства клинкера и цемента	139
Огурцова Ю.Н., Дроздов О.И. Влияние биоцидных добавок на водоотделение и сроки схватывания глиноземистого цементного теста.....	145
Погорелова И.А., Малюкова М.В., Корякина А.А. Применение сверхэффективных бетонов	150
Сивальнева М.Н., Кобзев В.А. Реология модельных систем пенобетона на основе бесцементного вяжущего	155
Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А., Акст Д.В. Теоретические аспекты получения строительных керамических матричных композитов из малопластичного неспекающегося сырья	159

Сыса О.К., Локтионов В.А., Шакурова Н.В., Сыса Е.В. Санитарная керамика с применением модифицированного каолина .	165
Таймасов Б., Жаникулов Н.Н. Малоэнергоёмкие и ресурсосберегающие сырьевые смеси для получения клинкера.....	170
Тарасенко В.Н. Улучшение технических характеристик пен в производстве пенобетона	177

2. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ..... 182

Белоус О.Е. Анализ температурного режима краевых зон наружных стен.....	182
Белоус А.Н., Оверченко М.В. Анализ факторов, влияющих на выбор систем утепления общеобразовательных учреждений	188
Донченко О.М., Литовкин Н.И., Салтанова Е.В. Диагностика фактического состояния несущей способности и надежности конструкций зданий и сооружений	193
Донченко О.М., Литовкин Н.И., Салтанова Е.В. Исследование надежности конструкций объекта культуры - «Памятник белгородцам, погибшим в Афганистане»	197
Кара К.А., Шорстов Р.А. Приемы создания газобетона с вариатропной структурой.....	201
Климова Е. В., Семейкин А. Ю., Хлусова В. П., Рыжиков Е. Н. Организационно-технические решения для снижения производственного травматизма в строительстве	207
Козлюк А.Г., Рябчевский И.С. Анализ внедрения и применения биллинговой системы в жилищно-коммунальном хозяйстве	212
Косухин М.М., Косухин А.М., Горбунова А.В., Ковалева К.А. Современные проблемы жилищно-коммунального хозяйства и пути их решения.....	217
Косухин М.М., Косухин А.М., Горбунова А.В., Ковалева К.А. Проблема износа инженерных сетей жилищно-коммунального хозяйства.....	223
Кочерженко В.В., Сулейманов А.Г. Устойчивость армированных грунтов в отвалах, насыпи и подпорных стенах	229
Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. О новом технологическом укладе в строительстве	238
Мазур В.А., Новицкая Е.И., Крупенченко А.В. Техно-экономическое обоснование устройства внутреннего теплового контура в зданиях крытых бассейнов	243

Меркулов С.И., Есипов С. М. О вариации подходов к расчету многослойных элементов в SCAD.....	248
Мущанов В.Ф., Оржиховский А.Н., Мущанов А.В. Оптимальное проектирование структурных покрытий на нетиповых планах.....	253
Мущанов В.Ф., Зубенко А.В., Цепляев М.Н. Уточненные подходы к расчету и проектированию вертикальных цилиндрических резервуаров, эксплуатируемых в составе группы....	258
Панченко Л.А. Повышение прочности на срез железобетонных балок путем дисперсного армирования	264
Пириев Ю.С. Применение пенобетона в современном строительстве	268
Сулейманова Л.А., Рябчевский И.С. Образование и устранение наледи на скатных крышах с неотапливаемым чердаком	272
Шарапов О.Н., Булах Р.В. Сравнение спринклерной и дренчерной систем пожаротушения	277
Шарапов О.Н., Буглов А.Н., Булах Р.В. Методика применения статистического моделирования для планирования реконструкции объектов с учетом заданных сроков.....	284
Юрьев А.Г., Зинькова В.А. Эволюция проектировочных расчетов ферм	289

3. ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ИНВЕСТИЦИОННО - СТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ 293

Абакумов Р.Г. Значение и особенности организации деятельности «инженерно-строительной клиники» при подготовке специалистов в области экономики строительства.....	293
Айзенштадт А.М., Данилов В.Е. Технологическая схема получения и технико-экономические показатели производства древесно-минерального композита	298
Байдина О.В. Аналитический обзор опыта и преимуществ реализации инвестиционно-строительного проекта индустриального парка «Северный» типа «Гринфилд» в городе Белгороде.....	303
Жариков И.С., Могунова М.С. Классификация рисков в инвестиционно-строительной деятельности	307
Сыркина Я.В. Модернизация городских территорий на примере КПК «КОНПРОК»	312

Тарасов А.С. Сущность понятия «организационно-экономический механизм функционирования предприятий строительного комплекса».....	317
Товстий В.П. Обоснование выбора системы налогообложения при осуществлении деятельности строительной организации	321
Филонич В.В., Сигуа В.Т., Черниговцева Е.А., Ледовская О.В. Сущность понятия «организационно-экономический механизм функционирования предприятий строительного комплекса»	326

4. ГЕОНИКА. ГЕОМИМЕТИКА – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ..... 332

Айменов Ж.Т., Сарсенбаев Б.К., Айменов А.Ж., Сарсенбаев Н.Б., Алдияров Ж.А., Сауганова Г. Энергосберегающие ускорения твердения бетона путем использования солнечной энергии.....	332
Айменов Ж.Т., Сарсенбаев Б.К., Сарсенбаев Н.К., Айменов А.Ж., Алдияров Ж.А., Сауганова Г.Р. Гелиотехнические системы и перспективы их применения для тепловой обработки бетонов на основе композиционных вяжущих.....	338
Алфимова Н.И., Кожухова М.И., Шураков И.М., Пириева С.Ю., Гудов Д.В. Анализ областей использования вулканического сырья в строительном материаловедении.....	343
Аль Дулайми Салман Давуд Салман Технологические инновации и решение проблем жилищно-гражданского строительства	349
Аль-Бу-Али Уатик Саед Джасаам Закономерности разрушений и трещин в зданиях из-за военных действий в Ираке.....	354
Аль-Бу-Али Уатик Саед Джасаам, Алласханов А.Х. Управление отходами строительства и сноса.....	359
Аль Машрафи Али Нассер Али Нанотехнология способствует строительству уникальных жилищ со многими преимуществами...	362
Аль Машрафи Али Нассер Али Новые технологии, направленные на увеличение производства цемента в Омане	366
Баженов Ю.М., Федюк Р.С., Лесовик В.С. Обзор современных высокоэффективных бетонов.....	369
Бурьянов А.Ф., Смирнов М.А., Новиченкова Т.Б., Стученков К.С. Испытание геосинтетического вяжущего на основе гранита и доменного шлака.....	374

Васильев Ю.Э., Ефимов С.Н., Альшин В.А. Особенности применения самоуплотняющихся бетонных смесей на основе добавок «Полигран» и «Sika-viscocrete»	378
Васильев Ю.Э., Менькина У.О., Селезнев К.А., Рамос А.Л. Эксплуатационное и технологическое старение органических вяжущих	382
Володченко А.А., Черепанова И.А. К вопросу формирования структуры неавтоклавных силикатных композитов на основе нетрадиционного сырья	393
Володченко А.А., Гладких Е.А. Получение безобжиговых стеновых материалов с использованием глинистых пород	399
Володченко А.А., Швецов А.В., Поспелов М.А., Минакова А.В. К вопросу получения силикатных материалов с использованием глинистых пород	405
Володченко А.Н. К вопросу выбора алюмосиликатного сырья для получения силикатных материалов	411
Воронцов В.М. Композиционное вяжущее с использованием стеклобоя	416
Глаголев Е.С. Композиты для 3-Д аддитивного малоэтажного строительства	419
Гридчин А.М., Загороднюк Л.Х., Ерофеев В.Т., Аласханов А.Х., Науменко Н.А., Туцкая И.Н. Проблемы переработки отходов строительного комплекса	424
Гридчин А.М., Пучка О.В., Козленко Б.В., Ахмед А.А., Ломов М.И. Композиционные вяжущие для высокопористых строительных материалов	430
Данилов А.Ю. Анализ компонентов геополимерных вяжущих	435
Елистраткин М.Ю., Джамиль А.Н., Галкина А.А., Семиохина В.А., Погорелов В.С., Новоселова А.А., Минакова А.В. Применение положений геоники-геоммиметики при разработке отделочных материалов	440
Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Шапиро А.Э. Геоника. Геоммиметика и аддитивные технологии	445
Елистраткин М.Ю., Шапиро А.Э., Милькина А.С., Лесовик Г.А., Агеева М.С. Геоника. Геоммиметика как основополагающее направление для развития строительной индустрии	449
Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Котов И.В., Минакова А.В., Авад Мохамад Незар Геоника. Геоммиметика как ключ к реализации концепции «зеленого» строительства	454

Елистраткин М.Ю., Семернин Е.О., Свинцова Т.В., Кириченко Д.Е., Чуриков А.С. , Геологические прообразы аддитивно-изготавливаемых строительных композитов.....	459
Ерофеев В.Т., Родин А.И., Тувин М.Н., Утюгова Е.С. Исследование физико-механических свойств газобетонов на основе отходов производства минеральной ваты.....	464
Загороднюк Л.Х., Науменко Н.А., Туцкая И.Н. Зарубежный опыт использования бытовых отходов.....	469
Загороднюк Л.Х., Науменко Н.А., Туцкая И.Н. Альтернативные конструкции для сбора бытовых отходов.....	476
Загороднюк Л.Х., Махортов Д.С., Чепенко А.С., Туцкая И.Н., Науменко Н.А. Пластификаторы на основе белка животного происхождения.....	482
Загороднюк Л.Х., Сарсенбаев Б.К., Махортов Д.С., Чепенко А.С., Туцкая И.Н., Науменко Н.А. Пластифицирующие добавки для цементных систем.....	488
Загороднюк Л.Х., Махортов Д.С., Туцкая И.Н., Науменко Н.А., Чепенко А.С. Вспученный вермикулит – сырье для производства эффективных теплоизоляционных растворов.....	494
Загороднюк Л.Х., Махортов Д.С., Туцкая И.Н., Науменко Н.А., Чепенко А.С. Пути использования вермикулита в строительстве.....	499
Загороднюк Л.Х., Махортов Д.С., Туцкая И.Н., Науменко Н.А., Чепенко А.С. Теплоизоляционные растворы с использованием вспученного вермикулита.....	504
Загороднюк Л.Х., Махортов Д.С., Чепенко А.С., Черепанова И.А., Авад Мохамад Незар Возможность создания сухих строительных смесей на основе закона сродства структур.....	509
Загороднюк Л.Х., Махортов Д.С., Чепенко А.С., Гусейханов С.А. Рациональное использование вулканического пепла.....	514
Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Махортов Д.С., Чепенко А.С. Производство строительных материалов с использованием добавки вулканического пепла.....	520
Казлитин С.А. Мартынова К.Ю., Лазарев П.И., Моторыкин Д.А., Голубинский А.К. , Мелкозернистые фибробетоны для полов промышленных помещений.....	526
Казлитина О.В., Глаголев Е.С. Геоника. Геомиметика – теоритическая основа разработки мелкозернистых бетонов.....	531
Казлитина О.В., Айменов Ж.Т., Моторыкин Д.А., Голубинский А.К., Мартынова К.Ю., Лазарев П.И. Вяжущие для бетонов в нефте- и газо- промышленности.....	535

Казлитина О.В., Айменов А.Ж., Голубинский А.К., Мартынова К.Ю., Лазарев П.И., Моторыкин Д.А. Исследование влияния армирующих волокон на бетон для монолитного строительства.....	540
Казлитина О.В., Мартынова К.Ю., Адонин С.В., Лазарев П.И., Моторыкин Д.А., Антонюк Р. Геоника. Геоммиметика как наука о разработке и применении эффективных композитов для монолитного строительства	545
Котлярский Э.В., Арус Навар Сеть автомобильных дорог в Сирии и пути ее восстановления после войны.....	549
Котлярский Э.В., Талалай В.В., Никифоров Р.М. Требования к термопластичным разметочным материалам	562
Котлярский Э.В., Чельшева Н.Ю., Рамос А.Л. Сравнительный анализ технических требований к вязким дорожным битумам	570
Куляев П.В., Соколов Р.В. Тонкомолотый известняк в производстве эффективных бетонов	583
Лесовик В.С., Бычкова А.А., Черпанова И.А. Концепции геонического подхода в архитектурном формообразовании	587
Лесовик В.С., Фомина Е.В. Концепция метасоматической зональности в строительных композитах	592
Лесовик В.С., Першина И.Л., Бычкова А.А. Геоника. Геоммиметика как принцип оптимизации триады «человек-материал-среда обитания»	597
Лесовик В.С., Шаталова С.В., Богун Н.В., Семиохина В.А., Галкина А.А., Новоселова А.А. Геоника. Геоммиметика как теоретическая основа совершенствования строительных материалов.....	602
Лесовик Г.А., Щигорев Д.С., Толыпин Д.А. Прогнозирование реакционной способности пород и заполнителей из них	607
Лесовик Р.В., Алласханов А.Х., Ахмед Ахмед Анис Ахмед Теоретические аспекты использования фрагментов разрушенных зданий и сооружений.....	611
Лесовик Р.В., Володченко А.А., Швецов А. В., Пospelов М. А., Минакова А. В., Гладких Е. А. К вопросу использования отходов промышленности для создания строительных композитов	614
Лисейцев Ю.Л. Вопросы проектирования композитов для сооружений воздушно-космической отрасли.....	619
Лукутцова Н.П., Золотухина Н.В., Мастеров Д.А., Артамонов П.А. Бетон с активной минеральной добавкой	624
Муртазаев С-А.Ю., Алиев С.А., Аласханов А.Х., Хамидов М.А., Муртазаева Т.С-А. Анализ местной сырьевой природной и	

техногенной базы Чеченской Республики для бетонов и строительных растворов.....	630
Муртазаев С-А.Ю., Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С-А. Сравнительный анализ суперпластификаторов для монолитных бетонных смесей	637
Павленко А.Д. Перспективы использования щелочеактивированных вяжущих и геобетонов	644
Петропавловская В.Б., Бардов Н.П., Матвейчук В.В. Модификация свойств строительного гипса	649
Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Белов Д.В., Баркая А.Т. Деформации ползучести гипсовых композитов	654
Петропавловская В.Б., Завадько М.Ю., Петропавловский К.С. Наполненные гипсовые энергосберегающие композиты	659
Пыкин А.А., Шкловец И.А., Березняк И.Ю. Влияние вида пенообразователя на свойства пеногипсовых композиций.....	664
Рахимбаев Ш.М., Толыпина Н.М., Хахалева Е.Н., Толыпин Д.А. Влияние вида и содержания наполнителя на коррозионную стойкость порошковых бетонов	669
Саламанова М.Ш., Узаева А.А., Муртазаева Э.Д., Ахматов А.Р. Исследование свойств тонкомолотых вяжущих на основе барханных песков	675
Саламанова М.Ш., Узаева А.А., Муртазаева Э.Д., Ахматов А.Р. Влияние гранулометрии и вида заполнителя на свойства ремонтных составов.....	685
Строкова В.В., Виценко М.И., Духанина У.Н., Балицкий Д.А. Особенности метаболизма бактерий, как компонента самовосстанавливающихся материалов.....	693
Тимохин Р.А. Аспекты повышения жаропрочности и бетонов.....	696
Толыпина Н.М., Толыпин Д.А., Щигорев Д.С., Адонин С.В. Стойкость мелкозернистого бетона на различных заполнителях в среде сероводорода.....	701
Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Буянтуев С.Л., Ветошкин И.В., Логинова А.Б. Фибробетон на основе базальтовых волокон, композиционных вяжущих и нанокремнезема.....	707
Урханова Л.А., Смирнягина Н.Н., Урханова А.А., Лхасаранов С.А., Ардашова Г.Р. Исследование электропроводящих свойств бетона.....	712
Чернышева Н.В., Аласханов А.Х., Лесниченко Е.Н., Шаталова С.В., Евсюкова А. КТВ с минеральной добавкой из бетонного лома.....	717

Шаталова С.В., Чуриков А.С., Охрименко С.А., Косоногова Е.М., Азизов В.Г. К вопросу практической реализации концепции совершенствования системы «человек-материал-среда обитания»	722
Шеховцова С.Ю., Нанмов Ф.О. Роль реюнивателей при устройстве защитно-восстанавливающих слоев на асфальтобетонных покрытия	728
Щигорев Д.С., Тольпин Д.А. Зависимость разжижающей способности катионативных добавок от вида мелкого заполнителя ..	736

5. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ. ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ.....

Аксенов С.Е., Тутьгин А.С., Фролова М.А., Соколова Ю.В., Гонтарь Е.В. Оценка воздействия нового строительства на объект культурного наследия «историко-культурный комплекс Соловецких островов».....	741
Баклаженко Е.В., Матвеев Ю.Д. Современные проблемы и перспективы развития городских парков как элементов природного каркаса	746
Баклаженко Е.В., Рябчевская П.С. Особенности формирования городского парковочного пространства в условиях урбанизированной среды	751
Вовженяк П.Ю., Резван А.А. Структура и благоустройство детской игровой площадки «Пиратская бухта»	756
Дребезгова М.Ю., Антониади Е.С. Концепция преобразования внутри дворовых пространств в городе Белгороде.....	761
Костина Ю.Н., Белянская Е.С. Формирование цвето-композиционных решений фасадов жилых домов и комплексов	766
Кузнецова С.В., Ванькова Т.Е., Афанасьева Ю.В. Добрый гений инженера Владимира Шухова	771
Кузнецова С.Г. Анализ изменения архитектурных стилей под действием времени	776
Кулаков М.А. Анализ городской среды и архитектуры города в контексте квартальной и микрорайонной застройки.....	781
Ладик Е.И., Макридина А.А. Современная типология объектов этнографического туризма	785
Ладик Е.И., Макарова М.Е. Современные проблемы субурбанизации (на примере Белгородской агломерации).....	792
Немцева Я.А., Зорина В.К. Коммуникационно-рекреационные пространства в архитектуре общественно-торговых центров	802

Немцева Я.А., Савич В.Ю. Семиотика архитектурных форм Казанского собора.....	808
Немцева Я.А., Бережная А.К. Реконструкция панельных зданий как проект благоустройства современного города	813
Пусный Л.А., Котлярова Е.А. Влияние колористических решений фасадов зданий на психику человека в г. Белгороде	820
Соболь Т.Г., Акупиян А.М. Геометрия мира. Фрактальная геометрия.....	824
Токарева Т.В., Кармазеник В.В. Утопии как средство развития градостроительства.....	828
Фролова М.А., Гонтарь Е.В., Соколова Ю.В. Типология разрушений на объектах культурного наследия – деревянных жилых домах города Архангельска.....	834
Ярмош Т.С., Снимщикова А.А. Формирование комфортной городской среды в контакте с природой.....	839

6. ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ..... 846

Айзенштадт А.М., Тутыгин А.С., Шинкарук А.А., Бабаева В.А. Сравнение физико-механических характеристик щебеночно-мастичных асфальтобетонов с применением стабилизирующих добавок.....	846
Бишимбаев В.К., Исаева А.У., ИсхаковТ.У., Сарсенбаев Б., Сауганова Г.Р. Влияние битумных эмульсий на улучшение свойств керамзита	852
Герасимов М.Д. Перспективное направление исследований для дорожного строительства.....	857
Дмитриева Т.В., Куцына Н.П., Безродных А.А. К вопросу о терминологии при разработке грунтобетонных оснований автомобильных дорог	864
Дмитриева Т.В., Ишмухаметов Э.М. Пылеулавливающие мероприятия на дорогах с переходным типом покрытия.....	868
Естемесов З.А., Барвинов А.В., Сарсенбаев Н.Б. Скрытые проблемы, связанные с использованием гранулированного фосфорного шлака в цементе.....	872
Естемесов З. А., Сарсенбаев Б. К., Орынова А. Т. Исследование совместимости суперпластификаторов с цементами методом	

осадки-мини конуса	874
Кожухова М.И., Фомина Е.В., Фомин А.Е. Теоретическая модель формирования высокоразвитой иерархической структуры льдофобного покрытия бетона	879
Мандровский К.П., Садовникова Я.С. Изучение влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на характеристики процесса распределения жидкого реагента	884
Траутвайн А.И., Евженков А.Г. Управление качеством производства асфальтобетонных смесей	889

7. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ..... 894

Кравченко А.А., Секретарев Е.А., Толмачева А.В., Колтунов А.В., Карпачев Д.В. К вопросу о повышении качественных показателей процесса измельчения в струйной мельнице	894
Кравченко А.А., Лихонина Е.И., Секретарев Е.А., Толмачева А.В. Обоснование выбора конструкции струйного диспергатора	899
Мишин Д.А., Черкасов А.В. Возможные проблемы в период пуска новой линии сухого способа производства цемента	902
Романович А.А., Пахомов Е.Г. Измельчение клинкера давлением ..	906
Шевченко А.В., Кравченко А.А., Карпачев Д.В. Оборудование и технологии для селективного измельчения и перспективы их развития	911

8. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 918

Боровская О.Ю., Куркин А.А. Экологическая инженерия	918
Губарева В.В. Утилизация твердых бытовых отходов - одна из актуальных проблем современности.....	921
Губарева В.В., Лисняк В.О. Уменьшение выбросов оксида азота в энергетических установках	926
Губарева В.В., Черкашин Д.А. Использование CO ₂ котельных выбросов в промышленных теплицах	931
Петракова Н.А., Ярош Е.Э., Панасюк М.Д. Особенности расчета и проектирования противооползневых конструкций на побережье азовского моря.....	935
Писаренко А.В., Голубева Е.А. Анализ методов устранения последствий чрезвычайных ситуаций	940

Сашенко Л.А., Ястребинская А.В. Эксплуатация хвостохранилища Лебединского ГОКа в современных условиях.....	945
Феськова Е.А., Насонкина Н.Г., Богак Л.Н., Лозинская В.А. Установление водоохраных зон и прибрежных защитных полос для зувского водохранилища	950
Фролов Э.К., Ярош Е.Э. Устойчивость склона, испытывающего давление напорного потока.....	955
Якубович И.А. Прогнозирование влияния климатических изменений на экологическую устойчивость территорий крайнего северо-востока России.....	959

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И МОДЕЛИРОВАНИИ..... 965

Булгаков Е.И., Зарудный А.В. Структура корпоративной системы предотвращения утечки конфиденциальной информации.....	965
Жданова С.И., Мищенко Д.А. Способы автономного перемещения игрового персонажа в массовой многопользовательской ролевой онлайн игре.....	970
Зуев С.В., Лазебная И.А. Проведение экспертной оценки вероятности возникновения угроз информационной безопасности медицинских информационных систем.....	974
Зуев С.В., Лазебная И.А. Идентификация стохастических информационных потоков при решении задач защиты информации в медицинских информационных системах	980
Зуев С.В., Воронкова А.Ю. Проблемы оптимизации осветительных систем в сельском хозяйстве: вопросы системного моделирования	985
Коломыцева Е.П., Жуков Е.Е. Моделирование веб-ориентированной информационной системы предприятия по развитию стрелковых и охранных навыков	991
Коломыцева Е.П., Ткаченко С.А. Обзор алгоритмов оптимизации установки сенсорных сетей.....	996
Лазебная Е.А., Стативко Р.У., Четвериков А.В., Ковылов А.Л. Анализ больших данных веб-сервиса поддержки принятия решений в селекционной работе волейбольного клуба.....	1002
Мурашко О.И., Калустян Я.В. Повышение эффективности оценки коммерческой недвижимости посредством внедрения ГИС-технологий.....	1007

Носов К.В., Кабальянц П.С., Беспалов Ю.Г. Дискретное моделирование динамических систем в задачи дистанционного учета диких животных.....	1010
Сайдалиева М., Хидирова М.Б. Регуляторика генетических систем при манипулировании генами организма	1015
Соловьев Д.С., Соловьева И.А. Проектирование системы автоматизированного выбора оборудования для гальванических процессов с применением методологии IDEF0.....	1020
Тищенко И.В., Подгорный Д.С. Компьютерное моделирование простейших поверхностей вращения, как частные случаи циклиды Дюпена	1022
Хахалева Е.Н., Болотов А.О. Информационные технологии в спорте.....	1026
Шагинян Ш.З., Ордухьян Э.В. Значение геоинформационных технологий в планировании и управлении городостроительных процессов	1030
Якубович А.Н. Анализ эффективности алгоритма моделирования температурной динамики вечномерзлых грунтов в основании автодорог криолитозоны	1035

10. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ1040

Авербух М.А., Попов С.А. Имитационное моделирование электропривода динамических нагнетателей со скалярным законом регулирования	1040
Авербух М.А., Фальков Г.А. Особенности имитационного моделирования электропривода по системе тиристорный преобразователь-двигатель	1046
Бушуев Д.А., Воронежский Д.С. Оценка влияния дефекта зубьев планетарной передачи на динамику мотор-колеса мобильной платформы.....	1051
Бушуев Д.А., Кузубов А.С. Разработка лабораторной весоизмерительной системы	1056
Бушуев Д.А., Огурцов С.Н., Решетников В.О. Построение и верификация математической модели объекта в САР уровня жидкости в лабораторной установке.....	1061

Долженко А.В., Балык В., Поляков А.И., Карталов А.В. Применение мультиспектральной аэрофотосъемки в комплексе с нейросетью для автоматизации мониторинга в сельском хозяйстве ..	1067
Долженко А.В., Карталов А.В., Балык В., Поляков А.И. Обследование зданий и сооружений при отсутствии физической доступности объекта используя БПЛА	1072
Долженко А.В., Поляков А.И., Балык В., Карталов А.В. Разработка автоматизированной системы детекции гусениц капустной белянки по результатам мультиспектральной съемки	1078
Кариков Е.Б., Кузнецов Д.С. Разработка автоматизированной системы управления макетом складского помещения с порталными манипуляторами, основанной на микроконтроллерном управлении	1085
Кариков Е.Б., Родионов А.Ю. Разработка системы распознавания фонов на основе мел-кепстральных коэффициентов	1091
Кариков Е.Б., Рухубовский А.В. Моделирование работы привода мотор-колеса роботизированной тележки	1095
Кижук А.С., Глущенко А.С., Гольцов Ю.А. Моделирование промышленного робота-манипулятора «Kawasaki RS080N» в среде MSC Adams	1100
Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Энергоэффективное широтно-импульсное управление нагревательной установкой	1105
Кижук А.С., Гольцов Ю.А., Гончаров Н.А. Математическая модель температурного поля нагревателя высокой мощности с учетом граничных условий	1109
Кижук А.С., Гольцов Ю.А., Куклик В.С., Набоков А.В. Реализация структуры управления мощной нагревательной установкой на базе ПЛК Segnetics SMH 2G	1114
Крюков А.В., Хрипунов М.В. Разработка программного средства для идентификации параметров объекта управления	1118
Невиницын В.Ю., Лабутин А.Н., Волкова Г.В., Корсакова Н.Э. Управление концентрацией целевого продукта в химическом реакторе с применением нелинейного робастного алгоритма	1123
Порхало В.А., Валеева Н.С. Разработка модели многосвязного объекта в форме нейронной сети	1128
Рыбин И.А., Вакуленко И.Р. Разработка системы управления движением мобильного робота по заданной контрастной линии	1134
Рыбин И.А., Маньшин И.М. Разработка автономной колесной платформы для лабораторных исследований	1138

Сельская И.В., Саливон Ю.И. Мультимедийные технологии моделирования технологических строительных процессов в преподавании дисциплины автоматизация.....	1144
Семернин А.Н., Аверкин Н.С. Особенности разработки вибрационного привода мобильного устройства.....	1150
Соловьев В.В., Гасанова Н.В., Волков И.М. Пластификатор на основе рапсового масла для получения эластомерных композиционных материалов	1155
Сапрыка А.В., Сингагулин Р.С. Методы улучшения спектральных и динамических характеристик цифровых источников электромагнитных колебаний дизелькометрических систем.....	1162
Степовой А.А., Медведев А.М. Разработка системы управления мобильным роботом с гусеничным шасси	1167
Трушин Н.Н., Лисицин В.Н. Стойкость инструмента при контурном фрезеровании стеклотекстолита.....	1171
Чернышов Н.Н., Сапрыка В.А., Бердников М.Н., Нивин А.И. Исследование режимов работы IGBT транзисторов при высокочастотном преобразовании электрической энергии	1176
Чернышов Н.Н., Салманов В.П., Гребенников М.В., Смирнов К.Л. Исследование методов снижения динамических потерь на IGBT транзисторах программным комплексом COMSOL MULTIPHISICS-5.2.....	1185
Чернышов Н.Н., Салманов В.П., Рыжкин П.П., Лысенко А.С. Исследование процессов восстановления гармонических сигналов на IGBT транзисторах с использованием широтно-импульсной модуляции.....	1192
Чернышов Н.Н., Куюмчиев М.С. Статические и динамические характеристики биполярных транзисторов с изолированным затвором	1200
Юдин Д.А., Ващенко Р.А., Черняев М.Ю. Разработка имитационной модели системы управления беспилотным летательным аппаратом с использованием ros, gazebo	1207

11. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ.

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА1212

Авербух М.А., Шутенко Д.А. Оценка гололедных явлений в системе электроснабжения Томаровки	1212
--	------

Grishko B.M., Belovodskaya I.I., Panisheva Y.S. Alternative energy. Styoenergy.....	1217
Боровская О.Ю., Горбачев Ю.Ю. Энергия Солнца	1219
Губарева Е.А. Понятия, ограничения и проблемы развития альтернативной энергетики в России.....	1221
Губарева В.В., Маслов К.А. Утилизация твердых бытовых отходов – проблема энергосбережения и экологии.....	1226
Губарева В.В., Маслов К.А. Котел-утилизатор как способ сокращения вредных выбросов	1230
Лукин С.В., Бахвалов М.А., Пороховский Д.В. Моделирование работы кауперов доменных печей при обогреве конвертерным газом.....	1233
Лукин С. В., Царёв Р.В., Петров И.А. Увеличение электрической мощности турбоустановки Т-100-130 на ТЭЦ-ПВС ПАО "Северсталь" за счет подогрева питательной воды теплотой от утилизационных установок	1238
Лукин С. В., Антонова Ю.В., Левашев К. В., Збродов А.А. Моделирование энергосберегающих режимов тепловой обработки заготовки квадратного сечения на линии «сортовая МНЛЗ – термос – нагревательная печь».....	1242
Прасол Д.А., Погорелов А.В. Анализ работы пассивных фильтров высших гармоник в рудничной системе электроснабжения подъемных установок	1247
Прасол Д.А. Оценка фактического вклада случайного процесса изменения нагрузки в высоковольтной рудничной сети в токи искажения и токи высших гармоник.....	1252
Прокопишин Д.И. Применение датчиков тока на основе эффекта холла для измерения высших гармоник.....	1257
Сапрыка А.В., Рошубкин П.В., Вендин С.В. Влияние вольт-амперных характеристик газоразрядных ламп на работу осветительных установок в городских электрических сетях	1262
Сибирцева Н.Б., Федоров Д.В. Возможности автоматизированного управления смесителем периодического действия	1267
Соболь Т.Г., Ревин Д.В., Панищева Ю.С. Гелиоэнергетика в России и в мире	1272

12. НОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ1276

Архипова Н.А., Найда А.С., Тищенко М.В. Технологии с использованием ультразвука в машиностроении	1276
---	------

Архипова Н.А., Тищенко М. В., Найда А.С. Новые технологии электрохимической обработки	1281
Боровская О.Ю., Саенко А.А. Инженерная графика «как азбука конструирования»	1287
Довгалеv А. М. Технология совмещенного магнитно-динамического накатывания в активной технологической среде	1291
Довгалеv А.М., Сухоцкий С.А., Свирепа Д.М. Технология совмещенного магнитно-динамического накатывания плоских поверхностей	1294
Дуюн Т.А., Баранов Д.С., Ерыгин Е.В. Прогнозирование шероховатости поверхности при точении с использованием нейронных сетей	1298
Луцко Т. В. Обоснование выбора автогидроподъемников при расширении их технологических возможностей	1303
Маслова И.В. Использование параметрических зависимостей в чертежах деталей при формировании конструкторско-технологической документации	1308
Огнев О.Г., Огнев И.Г., Банных С.А. Восстановление коленчатых валов правкой местным неравномерным нагревом ТВЧ и охлаждением.....	1312
Соловьев В.В., Салтыков А.С., Красикова М.С., Ткаченко И.К. Исследование процесса работоспособности смазочно-охлаждающей жидкости в условиях её промышленного применения.....	1317
Соловьев В.В., Червочкин М.А., Кузнецова Е.Д., Головков А.Е. Разработка технологии получения биокомпонента для нефтяного дизельного топлива на основе альтернативного углеводородного источника сырья.....	1322

13. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ.....1329

Бережная А.В. Генезис теоретических подходов к изучению инновационной модели развития	1329
Божков Ю.Н., Кузнецова И.А., Пирожков С.И. О трансформации категории «человеческий капитал» в инновационной экономике	1334
Глизнуцин Д.В. Методика сегментирования клиентов организации	1341
Дорошенко Ю.А., Воронин С.П. Сравнительный анализ начисленных и уплаченных налогов в доходах хозяйствующих	

субъектов на уровнях национальной экономики и субъектов Российской Федерации	1346
Иванов М.Ф., Седых Е.И., Романчук А.А. Пути решения проблем экономического развития предприятий жилищно-коммунального хозяйства донбасского региона	1351
Иванова Т. В. , Зубарева Н.Д. Продвижение туристических услуг в сети Интернет. SEO – оптимизация и SMM	1356
Иванова Т.В. , Малинов Д.Л. Использование различных моделей системы оценки персонала в целях повышения эффективности деятельности сотрудников	1361
Кадацкая Д.В., Кикалишвили Д.Г. Тенденции и перспективы развития малого предпринимательства в отрасли легкой промышленности в регионе: на материалах Белгородской области ...	1366
Кухарь С.И., Зинченко Е.Р. К вопросу развития малого и среднего предпринимательства в современных экономических условиях	1371
Лаврова Ю.С., Вельмазова Г.С. Дисбаланс сетевой экономической системы коммерческих предприятий	1377
Лычева И.М., Лычева С.В. Адаптация механизма проектного финансирования к российским условиям для развития экономики....	1382
Малыхина И.О., Бережная А.В. Анализ методических подходов к оценке эффективности инновационно-инвестиционных драйверов экономического развития	1385
Минаева Л.А. Современные тенденции развития операционного управления предприятием.....	1390
Минаева Л.А., Акимова Г.З. Роль компетенций в операционной деятельности современных организаций	1396
Мясоедов Р.А., Яремчук А.В. Резервы и пути повышения эффективности производительности труда в современных условиях	1401
Мясоедов Р.А Сkachкова Ю.В. Пути повышения доходности предприятия и рационального использования прибыли	1406
Мясоедов Р.А., Часовская К.И. Управление прибылью предприятия.....	1411
Мясоедов Р.А., Явтуховская Н.Д. Инфляция в современной России	1416
Прокопенко А.В. Теоретические основы государственного регулирования экономических процессов на территории ДНР	1420
Пучка О.В., Юракова Т.Г., Юраков Н.С. Управление рисками на предприятиях пищевой промышленности	1425
Рыжов А.В. Мерчандайзинг как активный инструмент повышения эффективности торговой деятельности	1431

Серова Е.Г., Павлова Ю.А. Основные факторы риска банкротства организации и подходы к его оценке	1435
Слабинская И.А., Ткаченко Ю.А. Процессы внутреннего контроля.....	1441
Сомина И.В., Чернышова Д.И. Роль интеллектуального капитала в развитии инновационной деятельности.....	1445
Столярова З.В. Влияние иностранных технологий на инновационное развитие	1449
Щетинина Н.А., Печеневская А.А. Совершенствование мотивации и стимулирования персонала торгово-технологического процесса	1454
Юракова Т.Г., Левицкая К.М. Преимущества управления процессами в рамках интегрированной системы менеджмента	1459
Ярмоленко Л.И., Демура Н.А. Особенности развития цифровой экономики в РФ.....	1465

14. СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ.....1470

Балабанова Г.Г. О взаимосвязи производительности труда и качества жизни	1470
Бацанова С.В. Методология конструирования телесности	1476
Давыденко Т.А., Кажанова Е.Ю. О некоторых противоречиях содержания и результатов образовательных реформ и требований постиндустриального общества.....	1481
Жданова И.В. Местоположение целомудрия.....	1485
Журавлева Л.И. Нравственные подходы к экономическому развитию	1489
Кузнецова С.В., Ванькова Т.Е. Организация самостоятельной работы по изучению инженерной графики	1493
Монастырская И.А., Булгакова С.А. Особенности работы с текстом на подготовительном факультете для иностранных граждан	1496
Терновская О.В., Ивлев А.Н., Терновская Е.Ю., Павлов А.В. Формирование профессиональной грамотности будущего специалиста средствами инженерной графики	1502
Шелекета В.О., Ивахнов В.Ю. Проблема взаимодействия человека и техники: социокультурный аспект	1507

1. ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫМ РАСТВОРОМ НА ЕЕ ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Айзенштадт А.М., д-р хим. наук, профессор,
Данилов В.Е., ст. преподаватель,
Килушева Н.В., аспирант
*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*

Аннотация. В работе приводятся данные экспериментального определения дисперсионной и поляризационной составляющих поверхностного натяжения древесины сосны до и после обработки органоминеральным органоминеральным раствором на основе арабиногалактана и полиминерального песка. Установлено, что в результате обработки происходит минерализация поверхности материала.

Ключевые слова: поверхностная активность, арабиногалактан, кварц, органоминеральный комплекс, минерализация.

Реализация стратегии развития лесного комплекса стран, где сосредоточены значительные запасы деловой древесины, нацелена на развитие мощностей по глубокой переработке и комплексному использованию растительного сырья в индустрии строительных материалов, адаптированных к экстремальным природно-климатическим условиям. Решение данной задачи возможно путем модификации древесины при получении строительных материалов с необходимыми эксплуатационными характеристиками. Существующие в настоящее время добавки, проявляющие свойства антипиренов, не обеспечивают достаточную степень экологичности и невосприимчивости материала к внешним возмущающим воздействиям при длительной эксплуатации. Более эффективными модификаторами являются минеральные тонкодисперсные системы на основе горных пород различного генезиса (базальт, полиминеральный песок) [1, 2]. Использование данных гибридных реакционных систем (древесина - минеральный компонент) позволяет рассматривать механизмы трансформационных превращений капиллярно-пористой структуры

древесной матрицы с позиций коллоидной химии. Исследование коллоидно-химических аспектов процесса ускоренной петрификации древесины позволит создать научные предпосылки технологии получения строительных материалов из древесины с разной степенью минерализации (элементы огнестойких деревянных конструкций с гидрофобными защитными слоями) и синтезировать керамические материалы с упорядоченной структурой для создания малых архитектурных форм и ансамблей путем золь-гель темплирования растительной матрицы. Инструментарием предлагаемого подхода являются методы измерения поверхностного натяжения твердой фазы как основного информационного параметра процесса минерализации поверхности.

Свободная поверхностная энергия, или поверхностное натяжение – одна из основных характеристик любого вещества. Свободная поверхностная энергия твердых тел, как и жидкостей, равна работе изотермического образования единицы поверхности. Поверхность, разделяющая одну среду от другой, всегда резко отличается от вещества в массе, прежде всего, большим запасом энергии. Этот избыток энергии поверхностного слоя обусловлен различием межмолекулярных взаимодействий в обеих фазах и носит название поверхностной энергии. При переводе молекулы из объема на поверхность совершается работа против молекулярных сил сцепления. Величина работы изотермического образования единицы площади поверхности раздела находящихся в равновесии двух фаз носит название свободной поверхностной энергии – поверхностного натяжения. Иначе говоря, под поверхностным натяжением понимаем силу, направленную в сторону уменьшения поверхности раздела и действующую в направлении касательной к этой поверхности [3-4]. В качестве основных экспериментально определяемых информационных параметров использовались величины поляризационной и дисперсионной составляющих поверхностного натяжения опытных образцов древесины. Для определения критического поверхностного натяжения твердого тела в экспериментальной практике широкое распространение получили методы В.А. Зисмана, ОВРК, Эльтона и другие, основанные на измерении краевых углов смачивания твердого тела набором эталонных жидкостей. В целях оптимизации процесса темплирования может использоваться термодинамический параметр - поверхностное натяжение на границе раздела фаз “твердое тело-раствор”, определяемый методом Оунса-Вендта-Рабеля-Кьельбле (ОВРК). Согласно этого метода [5] дисперсионная часть поверхностного

натяжения состоит из внутренней энергии молекул, составляющих поверхностный слой материала, в основе которой лежит дисбаланс межмолекулярных сил.

Известно, что некоторые полисахариды способны образовывать комплексные соединения с нерастворимыми веществами и легко проникать сквозь клеточную мембрану растительной клетки. Таким химическим соединением является арабиногалактан (АГ), выделяемый из комлевой части древесины лиственницы [6]. Процесс водной экстракции вещества не требует применения органических растворителей, что делает арабиногалактан экологически чистым и безопасным продуктом. Кроме того, это соединение обладает поверхностно-активными свойствами [7, 8]. АГ образует стабильный комплекс с кварцсодержащей горной породой в тонкодисперсном состоянии в разбавленном буферном растворе. Органо-минеральный комплекс состава 10 частей АГ на 1 часть полиминерального кварцевого песка применим для ускоренного получения искусственно окаменелой древесины [9].

Для исследования нами были взяты образцы древесины сосны размерами 10*20*3 мм, высушенные до абсолютно сухого состояния, которые подвергались минерализации путем погружения в органо-минеральный раствор на 24 часа. После чего образцы снова высушивали при температуре 105 °С.

Состав органо-минерального раствора следующий: арабиногалактан (АГ), выделенный водной экстракцией из древесины лиственницы сибирской путем его осаждения в этиловом спирте с последующей перекристаллизацией и сушкой, и – полиминеральный кварцсодержащий карьерный песок с содержанием оксида кремния более 90% (КП), с соотношением компонентов АГ:КП=10:1.

Для реализации метода проведены эксперименты по определению краевого угла смачивания поверхности древесины сосны рабочими жидкостями на установке KRUSS Easy Drop. В качестве полярного вещества выбрана вода, а в качестве неполярных и слабополярных – декан, этанол и этиленгликоль, с известными значениями поверхностного натяжения. В ходе проведенных экспериментов получены следующие данные краевого угла смачивания рабочими жидкостями образцов древесины (табл.1):

Таблица 1- Краевой угол смачивания образцов

Образец	Рабочая жидкость			
	Вода	Этиленгликоль	Этанол	Декан
№1 – Контрольный, необработанный раствором	101	97	20	10
№2 – Обработанный раствором	83	86	16	15

Функциональные зависимости метода ОВРК представлены на рисунке 1.

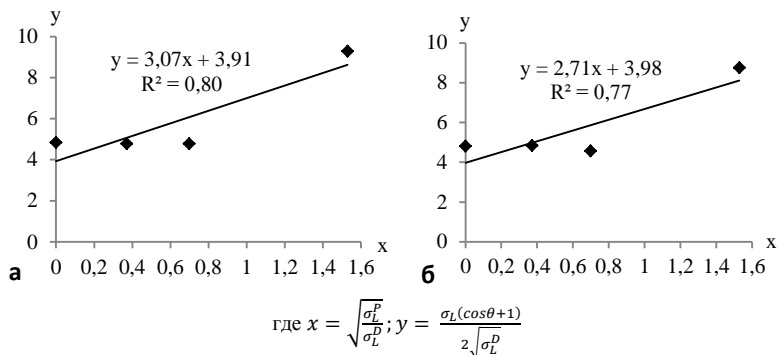


Рисунок 1 - Графики Оунса-Уэнда для образцов №1 (а) и №2 (б)

Полученные зависимости, имеющие удовлетворительный коэффициент достоверности аппроксимации (0,80 для образца №1 и 0,77 для образца №2), позволили рассчитать величины поверхностных натяжений контрольного и опытного образцов. Так дисперсионная составляющая поверхностного натяжения исследуемого материала равна для 1-го образца – 15,3 мН/м, для 2-го образца – 15,8 мН/м. Поляризационная составляющая поверхностного натяжения исследуемого материала равна для 1-го образца – 9,4 мН/м, для 2-го образца – 7,3 мН/м. Суммарное поверхностное натяжение для первого образца σ_S – 24,7 мН/м, для второго – 23,1 мН/м.

Полученные экспериментальные результаты показали, что процесс обработки опытных образцов древесины сосны не приводит к существенному изменению суммарной энергии поверхности. Вместе с тем наблюдается перераспределение составляющих этой величины, связанных с дисперсионной (ван-дер-ваальсовой силой) и поляризационной (химической структурой) частями. Так практически постоянное значение σ_S^D и уменьшение величины σ_S^P характеризует наличие активного химического взаимодействия компонентов

древесины и комплекса «АГ-КП». Данный факт может свидетельствовать об эффективности применения органо-минерального комплекса при проведении процесса минерализации поверхности древесины.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Гранта РФФИ № 18-43-292002.

Список литературы:

1. Данилов В.Е., Строкова В.В., Айзенштадт А.М. Роль дисперсионных и поляризационных эффектов при формировании древесно-минерального композита на основе тонкодисперсных компонентов // Физика и химия обработки материалов, 2018, № 4, С. 50–56;
2. Стенин А.А., Айзенштадт А.М., Шинкарук А.А., Демидов М.Л., Фролова М.А. Минеральный модификатор поверхности строительных материалов из древесины // Строительные материалы, 2014, № 10, С. 51–54;
3. Мурзин В.С., Кантиева Е.В., Пономаренко Л.В. Энергетические характеристики поверхности древесины и древесных материалов // Лесотехнический журнал, вып. 2, 2012, С. 21–27;
4. Вешнякова Л.А., Дроздук Т.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Тутыгин А.С. Поверхностная активность кремнесодержащих горных пород // Материаловедение, вып. 5, 2016, С. 45–48;
5. Соколова Ю.В., Айзенштадт А.М. Оценка дисперсионного взаимодействия в алюмосиликатной системе под действием органической добавки // Физика и химия обработки материалов, 2017, № 4, С. 83–88;
6. Медведева С.А., Александрова Г.П., Дубровина В.И. и др. Арабиногалактан лиственницы – перспективная полимерная матрица для биогенных металлов // Химия и компьютерное моделирование. Бутлеровские сообщения, 2002, № 7, С. 45–49;
7. Mucalo M.R., Bullen C.R., Manley-Harris M., McIntire T.M. Arabinogalactan from the Western larch tree: a new, purified and highly water-soluble polysaccharide-based protecting agent for maintaining precious metal nanoparticles in colloidal suspensions, *Journal of Materials Sciences*, V. 37, 2002, P. 493–504;
8. Медведева Е.Н., Бабкин В.А., Остроухова Л.А. Арабиногалактан лиственницы – свойства и перспективы использования (обзор) // Химия растительного сырья, 2003, №1, С.27–37.
9. N. Kiliusheva, A. Auzenshtadt, V. Danilov, A. Stenin. Organic-mineral modifier for petrification of wood // 18-th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SCEM 2018: Nano, Bio and Green-Technologies for a Sustainable Future, 2 July – 8 July, 2018, Volume 18, pp. 385-392.

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ ЛЕССОВИДНОГО СУГЛИНКА И ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО КИРПИЧА В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Бабаев З.К. доцент,
Джуманиязов З.Б.,
Джаберганов Дж.С.

Ургенчский государственный университет

Аннотация. В статье приведены некоторые сырьевые проблемы производства высококачественного керамического кирпича в условиях Узбекистана. Анализом существующих литературных данных авторами предложены способ механоактивации лессовидного суглинка и разработаны составы керамического кирпича, показатели которого близки к клинкерным кирпичам. Проведены лабораторные и промышленные испытания по получению опытных образцов и определены некоторые эксплуатационные характеристики.

Ключевые слова: Керамический кирпич, лессовидная суглинка, вяжущие на основе глины, механохимическая активация, пластичность массы, модификация состава керамической массы, стекольная мука, поверхностно-активные вещества, сушка, обжиг, водопоглощение, морозостойкость.

Как известно, такие качественные показатели как прочность, долговечность, цветоустойчивость, высокие гигиенические и эстетические качества керамического кирпича, доступность глинистого сырья позволили ему стать одним из самых распространенных и востребованных изделий[1]. В экологически бедственных регионах, особенно с солончаковой почвой, применяемый строительный кирпич вследствие агрессивности окружающей среды быстро изнашивается, в результате здания и сооружения выходят из строя за короткие сроки. В связи с этим актуальным является разработка технологии получения керамического кирпича с высокими механическими показателями и химической стойкостью. Как известно, такие материалы производятся из качественного сырья или из модифицированных керамических композициях. В условиях Узбекистана, качественные сырьевые ресурсы для производства высококачественного керамического кирпича истощаются, в связи, с чем растет потребность к разработке технологии применение новых модифицирующих добавок или же технологии обогащения исходного сырья, служащей для повышения качества

выпускаемой продукции. Разработка и внедрение новых эффективных технологии стеновых материалов, обладающих высокими физико-механическими и теплофизическими характеристиками с применением местных сырьевых ресурсов в сочетании с техногенными отходами, является актуальной задачей.

Узбекистан располагает огромными запасами лессовидных суглинков. По минералогическому составу лессовидная суглинка состоит в основном из угловатых зерен кварца, полевых шпатов, глинистых минералов и кальцита, незначительных количествах слюды, гипса, хлорита, лимонита и органических веществ. Лессовидные суглинки неоднородны по величине частиц. Лессовидные суглинки являются древнеаллювиальными озерными и элювиально-делювиальными образованиями. Они широко распространены на территории Узбекистана и являются важнейшим сырьевым материалом для строительной керамики.

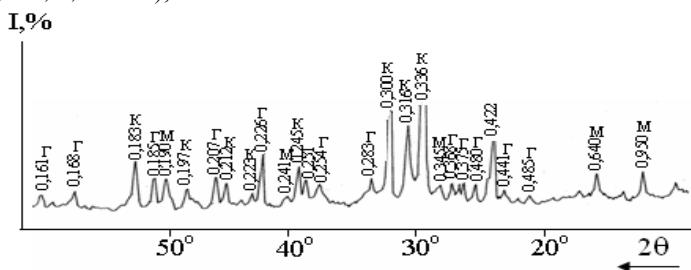
Как известно из литературных источников, пониженная пластичность суглинков (за счет преобладания в вещественном составе неглинистых примесей) обуславливает малую связность глиняных масс, особенно при пластическом способе формования, низкую трещиностойкость сырца при сушке и пониженную прочность изделий после обжига, что определяет необходимость пластификации таких масс[1-3]. С этой целью в работе предложено часть исходного сырья обработать шликерным способом с последующим фракционным разделением пластической части, а также с применением механоактивации улучшить ее вяжущие свойства.

В качестве исходного сырья выбраны лессовидная суглинка Курбановского месторождения Хорезмской области Республики Узбекистан. Проведенными физико-химическими исследованиями установлено что, данное сырьё относится к кислым и окрашенным, малопластичному классу. Гранулометрический состав следующий: 1,0-0,063 – 1,59%; 0,063-0,01 – 43,88%; 0,01- 0,005 – 16,23%; 0,005-0,001 – 18,96%; менее 0,01–19,34%. Химический состав исходного лессовидного суглинка приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Средний химический состав лессовидного суглинка Курбановского месторождения Хорезмской области Республики Узбекистан

Образцы	Оксиды, мас. %:								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	п.п. п.
1	56,09	12,61	0,79	5,91	13,09	2,89	0,98	2,45	5,70
2	58,09	12,04	0,55	5,61	12,03	3,11	0,89	2,07	5,61
3	57,09	13,55	0,36	6,71	12,01	3,13	1,08	1,95	6,07
средний	57,08	12,57	0,46	5,73	12,21	3,05	0,99	2,02	5,79

В сообщении[4], нами подробно изложен способ выделения вяжущего из лессовидного суглинка. Результаты изучения химического состава вяжущего показали на наличии: 50,01% SiO₂, 4,22% Fe₂O₃, 0,39% TiO₂, 19,05% Al₂O₃, 11,38% CaO, 2,7% MgO, 1,06% K₂O, 0,65% Na₂O, 10,49% п.п.п. Как видно из результатов анализа содержание Al₂O₃ в массе составляет 19,05%, а содержание других оксидов снижается, по сравнению с исходным сырьем. Рентгенофазовые исследования исходного сырья приведенные на рис.1., показывают на наличие гидрослюда (d/n=0,161; 0,168; 0,185; 0,207; 0,226; 0,254; 0,283; 0,368; 0,375; 0,480; 0,441; 0,485нм), монтмориллонита (d/n=0,190; 0,241; 0,345; 0,640; 0,950нм), кварца (d/n=0,183; 0,197; 0,212; 0,223; 0,245; 0,251; 0,300; 0,316; 0,336; 0,422нм), кальцита (d/n=0,180; 0,190; 0,207; 0,226; 0,286, 0,973 нм),



г-гидрослюда, к-кварц, м-монтмориллонит.

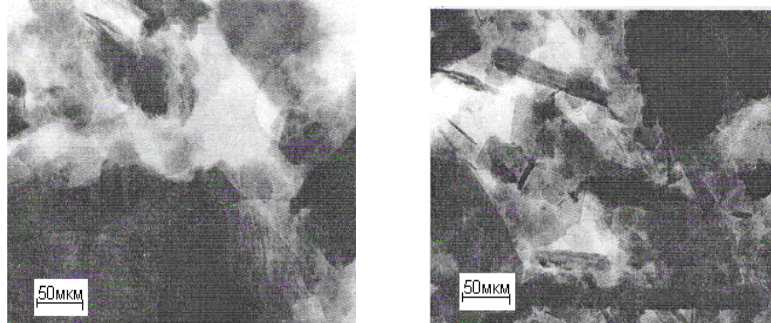
Рисунок 1 - Рентгенофазовый анализ механоактивированного вяжущего выделенного из лессовидного суглинка

Дифференциально-термический анализ вяжущего показывает, что при термообработке наблюдается ряд экзо- и эндотермических эффектов. В частности, при 80-100°C наблюдается эндотермический эффект связанный с выделением гигроскопической влаги. При 340°C наблюдается экзотермический эффект связанный с выгоранием органических примесей. Присутствующий на термограмме при 560°C эндотермический эффект соответствует выделению кристаллизационной воды. Эндотермические эффекты, связанные с декорбанизацией карбонатных включений наблюдаются при 850°C. В температурном интервале 870-890°C наблюдается экзотермический эффект связанный с кристаллизацией аморфных включений. Изученные технологические свойства пробы представленные в табл.2.

Таблица 2 - Технологические свойства вяжущего, выделенного из лессовидного суглинка

Число пластичности по Аттербергу	Воздушная усадка, %	Коэффициент чувствительности к сушке (по Чижскому), сек.	Механическая прочность на сжатие, МПа	Объемная масса, кг/м ³
18,95	4,50	180	3,07	1675

Анализ электронно-микроскопических снимков (рис.2) показывают на наличие в составе массы игольчатых с острыми углами и ромбического строениями кристаллических фаз.



а) исходная лессовидного суглинка; б) механоактивированного вяжущего на его основе

Рисунок 2 - Электронно-микроскопический снимок лессовидного суглинка (а) и механоактивированного вяжущего (б) на его основе

Подготовка лабораторных проб осуществлялась по общей принятой керамической технологии. Составы опытных масс приведены в табл.2. Для повышения пластичности массы и уменьшении трещин на поверхности образцов в процессе сушки и обжига были добавлены механоактивированные вяжущие в количестве 10-20%. Механоактивированные вяжущие выделенного из лессовидного суглинка использовались в качестве увлажняющего компонента при формовке кирпичной массы. Модифицирующими добавками в ходе эксперимента были использованы стекольная мука и поверхностно-активированные вещества(ПАВ). Вводимые ПАВ в состав керамической массы понижает поверхностное натяжение влаги и уменьшает усадку, которая продолжается, пока трение между частицами не превысит силы поверхностного натяжения влаги. Также повышается проникающая способность влаги, что способствует удалению поровой воды. Кроме того, ПАВ улучшает смачивание поверхности частиц шихты. Благодаря этому ПАВ и вода обволакивают частицы материала, уменьшая силы трения между его частицами. Это позволяет достичь высокой степени однородности при перемешивании и увлажнении, а также высокой степени уплотнения при прессовании изделий. Также для модификации керамической массы были добавлены стекольная мука из полубелого тарного стекла. На основе легкоплавкого лессового суглинка в лабораторных и заводских условиях были приготовлены ряд опытных образцов, составы которых приведены в табл. 3. Формование керамического кирпича осуществлялось пластическим способом в ленточном вакуум прессе, формовочная влажность массы 22-24%; сушка опытных заводских образцов осуществлялась при температуре 180⁰С в течение 48 часов. Обжиг изделий производился в 18 камерных кольцевых печах согласно принятому технологическому процессу.

Таблица 3 - Состав опытных масс

Компоненты	Составы масс*. %					
	Т	М1	М2	М3	М4	М5
Лессовидная суглинка	100	70	75	80	70	85
Стекольная мука из полубелого тарного стекла	-	10	10	10	15	5
ПАВ		3	3	3	3	3
Механоактивированная вяжущая на основе исходного сырья	-	20	15	10	15	10

*- Во всех опытных составах содержится коксовая мелочь 5 % от общей массы.

Для получения высококачественного изделия из низкосортного суглинка нами разработаны технологический режим обжига, т.к. для достижения полного спекания клинкера, не вызывая его деформации, необходим очень медленный подъем температуры обжига, выдерживание (40 часов) изделий при температуре близкой к спеканию и очень медленное охлаждение без притоков воздуха. Происходящие изменения в процессе обжига связаны с увеличением цикла обжига, снижением тяги по сечению печи и созданием в процессе обжига окислительно-восстановительной среды. В исходном состоянии пористое тело, полученное прессованием порошков и имеющее развитую внутреннюю межфазовую поверхность, представляет собой систему повышенных запасов свободной поверхностной энергии. Выделившееся тепло от горения порошкообразного модификатора способствует образованию жидкой фазы. Образовавшаяся жидкая фаза играет роль интенсификатора процесса спекания[3]. По всей видимости, образовавшаяся восстановительный режим слоя спекающего материала способствует к восстановлению Fe^{2+} до Fe^+ . Как известно, в химическом отношении Fe^+ более активнее, чем Fe^{2+} , что предопределяет ускоренное формирование легкоплавких соединений с участием оксидов железа.

В результате проведённых работ получены клинкерные кирпичи, характеризующиеся следующими физико-техническими свойствами в следующих переделах:

- механическая прочность на сжатия; МПа - 25,5-50,0
- водопоглощение; % -3,2-6,8;
- износостойкость, $г/см^2$ -0,4-0,50;
- морозостойкость, цикл- 80-100.

В результате проведенных лабораторных и заводских экспериментов установлено, что с увеличением степени спекания керамического кирпича возрастает их плотность, механическая прочность, твердость, химическая стойкость и сопротивляемость к воздействию различных агрессивных средств, уменьшается газо и водопроницаемость.

Список литературы:

1. Золотарский А.Н. Производство керамического кирпича. – Киев: Высшая школа, 1987. - 568 с.

2. Пашенко А.А. Общая технология силикатов. – Киев: Высшая школа, 1983. - 408 с.
3. Абдрахимов Д.В. Керамический кирпич из отходов производств / Д.В.Абдрахимов, Е.С.Абдрахимова, В.З.Абдрахимов. // Строительные материалы. - 1999. - № 9. - С 34-35.
4. Юнусов М.Ю., Бабаев З.К., Саидназарова И.С., Хакимова Г. Н., Жуманиязов З. Улучшение формовочных свойств низкосортных лессовых суглинков Ярмышского месторождения // Композиционные материалы. – Ташкент, 2009. – №4.
5. Исмаев А.А., Шерназарова М.Т., Якубов Т.Н. Стеновая керамика с использованием палеоглин и лессовых пород. «Фан», Ташкент, -1993. С. 20-40.

ИННОВАЦИОННАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЛИСТОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СТЕКЛАХ

**Бессмертный В.С., д-р техн. наук, профессор,
Яловенко Т.А., студент,
Варфоломеева С.В., студент,
Назарова С.П., студент**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Разработана технология получения защитно-декоративных покрытий на листовых строительных стёклах. Исследован химический состав материалов. Установлено влияние температуры и времени воздействия отходящих плазмообразующих газов на прочность сцепления покрытия с подложкой. Разработанная технология является энерго- и ресурсосберегающей.

Ключевые слова: защитно-декоративные покрытия, листовые стёкла, плазмообразующие газы, тарные стёкла, стеклопорошок, плазменные технологии.

Листовые строительные стекла с защитно-декоративными покрытиями играют значительную роль в интерьере современных зданий и сооружений [1-3]. Без стекол с покрытиями в настоящее время не обходится практически любое архитектурное решение. Именно листовые стекла со светоотражающими, антибликовыми и декоративными свойствами являются обязательным элементом современных зданий [4].

Традиционные технологии получения стекол с покрытиями за счет длительности технологического процесса являются энергоёмкими и низкопроизводительными.

Плазменные технологии получения покрытий методом высокотемпературного распыления являются экологическими чистыми и энергосберегающими [5,6].

Современные составы глазурей и эмалей включают дорогостоящие сырьевые материалы, которые в конечном итоге удорожают стоимость листовых стекол.

Химический состав цветных тарных стекол исследовали на спектрометре APL 9900 Швейцарской фирмы “Thermo scientific”. (Таблица 1)

Таблица 1- Химический состав исследуемых материалов

Наименование	Содержание компонентов, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Co ₃ O ₄	TiO ₂	SO ₃
Тарное синие стекло	67,5	5,2	4,7	2,2	0,9	17,2	2,0	0,06 2	0,03 1	0,11 5
Тарное коричнево е стекло	71,7	1,9	8,0	4,0	0,3	13,2	0,7	-	-	0,2
Тарное зеленое стекло	70,5	3,3	10,0	2,0	0,2	13,0	0,	-	0,4	0,3

Для получения стеклопорошков бой цветных тарных стекол измельчали в щековой лабораторной дробилки. После дробления проводили помол боя цветных тарных стекол в шаровой мельнице в течение 6 часов. Полученный порошок отсеивали на сите 0,071.

Перед плазменным нанесением стеклопорошки подсушивали в муфельной печи при 105°C и помещали для хранения в эксикатор.

Для плазменного напыления электродуговой плазмотрон «Горыныч» с температурой плазменного факела 6000°C.

Перед плазменным напылением из листовых стекол толщиной 5 мм вырезали образцы 250*250 мм. Края вырезанных образцов обрабатывали алмазным инструментом. После обработки кромок лицевую поверхность подогревали отходящими плазмообразующими газами. Температуру предварительной термообработки листовых стекол контролировали ХА – термомпарами.

На подогретые листовые стекла напылили стеклопорошки цветных тарных стекол. После напыления исследовали прочность сцепления напыленных покрытий с подложкой. Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние температуры и времени воздействия отходящих плазмообразующих газов на прочность сцепления покрытия с подложкой (400 мкм)

№ п/п	Температура подогрева стекла, °С	Время воздействия отходящих плазмообразующих газов на лицевую поверхность стекла, °С	Прочность сцепления покрытия с основой, МПа
1	100	30	3,2

Продолжение табл. 2

		40	3,6
		50	3,9
		80	4,1
		100	4,4
2	150	20	4,3
		30	4,5
		40	4,8
		50	5,1
		60	5,4
3	200	10	5,2
		15	5,4
		20	6,7
		25	6,2
		30	5,8

В процессе проведенных исследований установлено, что на прочность сцепления покрытия с основой влияет:

1. Температура предварительного подогрева стекла;
2. Время воздействия отходящих плазмообразующих газов.

Разработанная технология позволяет получить стекла с защитно-декоративными покрытиями, обладающими высокими эксплуатационными свойствами.

Список литературы:

1. Г.А. Айрапетова, Г.В. Несветиева. Строительные материалы. Учебно-справочное пособие. Ростов н/д: Изд-во «Феникс», 2004 г. С. 608.
2. Дорохова Е.С., Жерновой Ф.Е., Жерновая Н.Ф., Изотова И.А., Бессмертный В.С., Тарасова Е.Е. Безусадочный облицовочный материал на основе стеклобоя и колеманита // Стекло и керамика. 2016. №3. С. 34-37.
3. Ryabova A.V., Yatsenko E.A., Klimova L.V., Goltsman B.M., Fanda A.Y. Protection of steel pipelines with glass-enamel coatings based on silica-containing raw materials of the Far East of Russia // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018. Volume 9. Issue 10. P. 769–774.
4. Гуляев Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий: учебник для средних специальных учебных заведений, систем профессионально-технического и производственного обучения: Владимир: Изд-во Транзит-Икс, 2003. 480 с.
5. Бессмертный В.С., Крохин В.П., Панасенко В.А., Дрижд Н.А., Дюмина П.С., Колчина О.М. Плазменное стержневое декорирование сортовой посуды // Стекло и керамика. 2001. № 6.С. 21-22.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СМАЛЬТЫ НА ОСНОВЕ БОЯ ТАРНЫХ ЦВЕТНЫХ СТЕКОЛ

Бондаренко Н.И., канд. техн. наук, доцент,
Яловенко Т.И., студент,
Сопотов И.А., студент,
Даценко А.О., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Разработана энергосберегающая технология получения смальты на основе боя тарных цветных стёкол. Разработаны оптимальные составы шихт для изготовления смальты с использованием натриевого жидкого стекла. Проведена органолептическая оценка смальты. Разработанная технология позволяет снизить энергозатраты.

Ключевые слова: смальта, жидкое натриевое стекло, энергосберегающая технология, тарные стёкла, бой цветных стёкол.

В настоящее время декоративной отделке строительных материалов в жилищном строительстве уделяется значительное внимание [1-3].

Декоративная отделка зданий и сооружений повышает конкурентоспособность отделочных строительных материалов, а в конечном итоге – архитектурно-художественные достоинства зданий и сооружений [4-5].

Смальта используется для декоративного и художественного оформления интерьеров зданий, внутренней отделке, а также при оформлении монументальных сооружений. Однако высокие стоимостные показатели смальты не всегда позволяют в полной мере использовать данный отделочный материал для декоративной отделки различных строительных элементов. Это связано прежде всего с высокой стоимостью сырьевых материалов и значительными энергозатратами.

В работе представлены результаты исследований по разработке энергосберегающей технологии изготовления смальты на основе боя цветных тарных стекол. В качестве исходных материалов брали бой цветных тарных стекол.

Химический состав цветных тарных стекол исследовали рентгенофлуоресцентным методом с использованием спектрометра APL 9900

“Thermo scientific”, Швейцария. Химический состав тарных стекол представлен в таблице 1.

Помол боя цветных тарных стекол проводили в шаровой фарфоровой мельнице с уралитовыми шарами в течение 6 часов с последующим рассевом на сите 0,071. После помола с использованием лабораторного пресса прессовали таблетки размером 20*20*4 мм.

Таблица 1 - Химический состав исследуемых материалов

Наименование	Содержание компонентов, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	Co ₃ O ₂	TiO ₂	SO ₃
Тарное синие стекло	67,5	5,2	4,7	2,2	0,9	17,2	2,0	0,062	0,031	0,115
Тарное коричневое стекло	71,7	1,9	8,0	4,0	0,3	13,2	0,7	-	-	0,2
Тарное зеленое стекло	70,5	3,3	10,0	2,0	0,2	13,0	0,	-	0,4	0,3

В состав с целью снижения температуры обжига и общих энергозатрат вводили жидкое натриевое стекло по ГОСТ -13078-81. Разработанные составы представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Составы шихт для изготовления смальты

№ пп	Синие тарное стекло, мас. %	Коричневое тарное стекло, мас. %	Зеленое тарное стекло, мас %	Жидкое стекло, мас. %
1	100			
2		100		
3			100	
4	95			5
5		95		5
6			95	5
7	97			3
8		97		3
9			97	3
10	93			7
11		93		7
12			93	7
13	90			10
14		90		10
15			90	10

Пятнадцать составов отпрессованных образцов помещали в муфельную печь и при достижении температур 600, 650, 700, 750 и 850 °С извлекали образцы и подвергали органолептической оценке. Результаты исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Органолептическая оценка качества смальты

Номер состава	Температура обжига, °С	Состояние и качество поверхности
1	750	неравномерная полуматовая поверхность
	800	блестящая поверхность с различным розливом
2	750	неудовлетворительное качество поверхности
	800	блестящая поверхность с ровным розливом
3	750	неудовлетворительное качество (матовая поверхность)
	800	блестящая поверхность с ровным розливом
4	700	неудовлетворительное качество (матовая поверхность)
	750	блестящая поверхность с ровным розливом
5	700	неудовлетворительное качество (матовая поверхность)
	750	блестящая поверхность с ровным розливом
6	700	неудовлетворительное качество (матовая поверхность)
	750	блестящая поверхность с ровным розливом
13	650	блестящая поверхность с ровным розливом
	600	неудовлетворительное качество (матовая поверхность)
14	650	блестящая поверхность с ровным розливом
	600	неудовлетворительное качество (матовая поверхность)
15	650	блестящая поверхность с ровным розливом
	600	Неудовлетворительное качество

Как видно из таблицы 3 с увеличением содержания натриевого жидкого стекла с 5% до 10% температура термообработки снижается на 100 °С. При этом сохраняется высокое качество лицевой поверхности смальты.

Разработанные составы и технология получения смальты позволяет существенно снизить ее себестоимость: во-первых, за счет замены ценных сырьевых материалов на отходы стекольного производства; во-

вторых, снизить температуру термообработки исходных шихт за счет использования жидкого стекла.

Список литературы:

1. Бондаренко, Н.И. Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона методом плазменного оплавления / Н.И. Бондаренко, В.С. Бессмертный, В.И. Стадничук, С.Ю. Вдовина // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 2. – С. 121–123.
2. Бондаренко, Н.И. Глазуρωση изделий из бетона с использованием факела низкотемпературной плазмы / Н.И. Бондаренко, В.С. Бессмертный, И.А. Ильина, Э.О. Гащенко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2012. – № 2. – С. 121–127.
3. Бессмертный, В.С. Исследование влияния плазменной обработки стеновых строительных материалов на потребительские свойства защитно-декоративных покрытий / В.С. Бессмертный, Н.И. Минько, Н.И. Бондаренко, В.С. Лесовик, Яхья Мохаммед Яхья, Д.О. Бондаренко, Табит Салим Аль-Азаб // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 4. – С. 59–62.
4. Bondarenko, D.O. Plasma-chemical modification of concrete processed by colorific metal salts / D.O. Bondarenko, N.I. Bondarenko, V.S. Bessmertnyi, N.M. Burlakov // Advances in Engineering Research. – 2017. – Vol. 133. – P. 128–134.
5. Bondarenko, D.O. Plasma-chemical modification of concrete / D.O. Bondarenko, N.I. Bondarenko, V.S. Bessmertnyi, V.V. Strokova // Advances in Engineering Research. – 2018. – Vol. 157. – P. 105–110.

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДОРОЖНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Братчун В.И., д-р техн. наук, профессор,
Беспалов В.Л., канд. техн. наук, доцент,
Ромасюк Е.А., канд. техн. наук, доцент,
Доля А.Г., канд. техн. профессор,
Гуляк Д.В., канд. техн. наук, доцент
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Разработаны составы комплексно-модифицированного этиленглицидилакрилатом горячего асфальтополимербетона, содержащего поверхностно-активированные 0,7 % мас. этиленглицидилакрилатом минеральные материалы (щебень, песок, минеральный порошок) и модифицированный нефтяной дорожный битум (2% мас. этиленглицидилакрилата совместно с 0,2 % мас. полифосфорной кислоты). Комплексно-модифицированный этиленглицидилакрилатом асфальтополимербетон характеризуется устойчивостью по Маршаллу, $R = 30$ кН; более высокой устойчивостью к формированию колеиности, на 23 – 36% меньше, чем не модифицированные асфальтобетоны; водостойкостью после 90 суток водонасыщения – $K_{вд} = 0,91$; коэффициентом морозостойкости после 100 циклов $F = 0,88$, коэффициентом теплового старения после 2000 часов (температура прогрева 75°C и ультрафиолетовом облучении) $K_{ст} = 1,2$.

Ключевые слова: асфальтобетон, состав, структура, комплексная модификация, долговечность.

Постановка научной прикладной задачи. Асфальтобетон является сложным полидисперсным многофазовым композиционным материалом с коагуляционным типом контактов, который в зависимости от температуры, времени действия, интенсивности нагрузки и вида напряженного состояния в процессе эксплуатации проявляет свойства вязкопластических, изотропных и нелинейно-деформируемых материалов.

Характерной особенностью бетонов на органических вяжущих является существенная зависимость их свойств от качества применяемого органического вяжущего и интенсивности процессов взаимодействия на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал». Низкая долговечность асфальтобетона в покрытии дорожной одежды обусловлена неудовлетворительной

деформативностью (температура стеклования горячих асфальтобетонов $T_{ст} = -20 \dots -10^{\circ}\text{C}$) и сдвигоустойчивостью; низкими значениями водостойкости и морозостойкости (коэффициент длительной водостойкости $K_{вд} = 0,6 - 0,8$); склонностью к интенсивному старению [1 – 3].

В работах [4, 5] показано, что одним из наиболее эффективным способом комплексной модификации структуры дорожного асфальтобетона является поверхностная активация минеральных материалов (щебень, искусственный песок, минеральный порошок) и структурирование нефтяного дорожного битума этиленглицидилакрилатом совместно с полифосфорной кислотой ПФК-105.

В то же время комплексно-модифицированные асфальтополимербетоны не исследованы как физико-химические системы. Отсутствуют исследования физико-химических процессов взаимодействия на поверхности раздела фаз «битумополимерное вяжущее – активированный минеральный порошок». Не изучены деформационно-прочностные характеристики и атмосферная стойкость асфальтополимербетонов с комплексно-модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой.

Целью исследования является экспериментальное изучение физико-химических процессов структурообразования в комплексно-модифицированных этиленглицидилакрилатом асфальтополимербетонных смесях и деформационно-прочностных характеристик асфальтополимербетонов.

Результаты экспериментальных исследований. Установлено, что оптимальная концентрация этиленглицидилакрилата на поверхности минеральных материалов щебня, песка и минерального порошка составляет 0,7 % по массе.

Олеофильный структурно-упрочненный слой этиленглицидилакрилата при массовой концентрации 0,7 % мас. на активированной поверхности минеральных материалов обеспечивает молекулярное сродство с активированной поверхностью минеральных материалов битумополимерным вяжущим. При этом на поверхности минеральных материалов образуются сетчатые структуры, что определяет монолитность и изотропность модифицированного асфальтобетона. Поверхностная активация зерен щебня, песка и частиц минерального порошка 0,7 % мас. этиленглицидилакрилата приводит к повышению предела прочности при сжатии асфальтополимербетона при 50°C в 1,35 раза и при 20°C в 1,8 раза по сравнению с асфальто-полимербетоном, у которого минеральные частицы поверхностно не активированы.

Центральной операцией при формировании структуры асфальтополимербетона является перемешивание отдозированных материалов, так как свойства комплексно-модифицированного асфальтополимербетона определяются энергией связей, возникающих между отдельными полидисперсными поверхностно-активированными частичками минеральных материалов, которые в свою очередь зависят от процессов взаимодействия активированных минеральных материалов и модифицированного нефтяного дорожного битума на их общей поверхности раздела фаз. Известно, что наиболее эффективно процессы смачивания и адсорбционного взаимодействия органических вяжущих и минеральных материалов происходят при температурах, которым соответствует вязкость органических вяжущих $\eta \leq 0,5$ Па·с. В качестве критерия оптимальной температуры объединения поверхностно-активированных этиленглицидилакрилатом (0,7 % мас.) минеральных материалов и нефтяного дорожного битума, модифицированного этиленглицидилакрилатом (2,0 % мас.) в комбинации с полифосфорной кислотой ПФК-105 (0,2 % мас.), принят коэффициент однородности производства асфальтобетонной смеси, характеризуемый коэффициентом вариации содержания ключевого компонента смеси, в качестве которого принята фракция песка $d = 2,5 - 1,25$ мм, а также энергоёмкость процесса производства асфальтобетонных смесей.

При температурах производства 155°C и 165°C асфальтобетонных смесей, модифицированных этиленглицидилакрилатом, коэффициент вариации однородности производства асфальтополимербетонной смеси равен $K_{в(155)} \approx 5,5\%$, $K_{в(165)} \approx 4,4\%$. При температуре производства асфальтополимербетонной смеси 145°C коэффициент вариации содержания ключевого компонента в смеси составляет 12,3 %, что значительно выше нормативного значения $K_{в} \leq 7$ %.

Энергоёмкость производства модифицированных этиленглицидилакрилатом асфальтобетонных смесей, определенная для замеса массой 1000 кг при начальной температуре $T_{н} = 20^{\circ}\text{C}$, при температуре 165°C больше на 8659 кДж, чем при температуре производства 155°C .

Подготовленная для укладки асфальтобетонная смесь с комплексно-модифицированной структурой должна иметь температуру $140 - 155^{\circ}\text{C}$. Уплотнение асфальтобетонных смесей с комплексно-модифицированной этиленглицидилакрилатом микро-, мезо- и макроструктурой необходимо вести в интервале температур $70 - 150^{\circ}\text{C}$.

Процесс уплотнения модифицированных этиленглицидилакрилатом асфальтобетонных смесей менее энергоёмкий, чем

традиционных горячих асфальтобетонных смесей (ДСТУ Б В.2.7-119:2011).

Так, средний расход энергии на приращение единицы плотности модифицированных асфальтобетонных смесей при 110°C и 120°C составляет 0,79 и 0,81 $\frac{\Delta \rho \cdot \dot{v}^3}{\dot{\epsilon} \dot{a}}$ соответственно, а для традиционных асфальтобетонных смесей $1,27 \frac{\Delta \rho \cdot \dot{v}^3}{\dot{\epsilon} \dot{a}}$.

Рассмотрение влияния комплексной модификации микро-, мезо- и макроструктуры горячего асфальтобетона этиленглицидилакрилатом на стандартные физико-механические свойства и сравнение их с традиционными показывает, что комплексно-модифицированные этиленглицидилакрилатом асфальтобетоны характеризуются более высокой средней плотностью, $\rho_0^i = 2435 \text{ кг/м}^3$ против $\rho_0^{i1} = 2338 \text{ кг/м}^3$ и длительной водостойкостью, $\hat{E}_{\text{aa}}^i \approx 1 > \hat{E}_{\text{aa}}^{i1} = 0,83$, меньшей температурной чувствительностью и более высокими значениями предела прочности при сжатии в области высоких положительных температур.

Асфальтобетонные смеси, комплексно-модифицированные этиленглицидилакрилатом, в значительно меньшей мере, на порядок ниже, подвержены технологическому старению, чем традиционные горячие асфальтобетонные смеси.

Асфальтополимербетоны с комплексно-модифицированной структурой характеризуются более высокими значениями предела прочности на растяжение при изгибе, например, при температуре 20°C, $R_{\text{изг}} = 1,9 - 2,3 \text{ МПа}$.

В интервале температур от +20°C до -10°C усталостная долговечность асфальтобетонов с комплексно-модифицированной структурой значительно выше, по сравнению со стандартными асфальтобетонами (рисунки).

Повышение усталостной долговечности в 1,5 – 2 раза наблюдается у асфальтобетона в котором битум модифицирован 2,0 % мас. этиленглицидилакрилатом марки Элвалой АМ в комбинации с 0,2 % мас. полифосфорной кислоты ПФК-105, а минеральные материалы поверхностно активированы 0,7 % мас. этиленглицидилакрилата марки Элвалой АМ и в 1,1 – 1,5 раза у комплексно-модифицированного литого асфальтобетона, в котором битум модифицирован 2,0 % мас. бутадиевметилстирольным каучуком СКМС-30 совместно с 30 % мас. технической серы, а минеральный порошок поверхностно-активирован

0,5 % мас. СКМС-30.

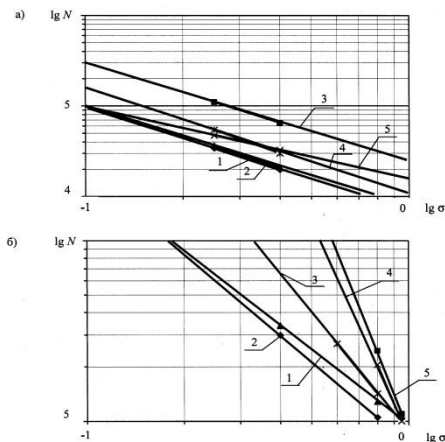


Рисунок – Усталостная долговечность асфальтобетонов: а) 20°C; б) минус 10°C. 1 – асфальтобетон на битуме $P_{25} = 75 \cdot 0,1$ мм (тип «А»); 2 – асфальтобетон на битуме $P_{25} = 75 \cdot 0,1$ мм (тип «Б»); 3 – асфальтобетон на битуме $P_{25} = 75 \cdot 0,1$ мм (тип «Б») с комплексно-модифицированной микро-, мезо- и макроструктурой этиленглицидилакрилатом Элвалой АМ; 4 – литой асфальтобетон с комплексно-модифицированной микроструктурой СКМС-30. 5 – ЩМА-10 с добавкой Antrocel-G

Щебеночно-мастичный асфальтобетон, минеральные материалы которого поверхностно-активированы 0,7 % мас. этиленглицидилакрилатом, а нефтяной дорожный битум $P_{25} = 75 \cdot 0,1$ мм модифицирован 2,0 % мас. этиленглицидилакрилатом совместно с полифосфорной кислотой ПФК-105 0,2 % мас., содержащей 0,2 % мас. стабилизирующей целлюлозной добавки «Antrocel-6», характеризуется в 1,6 раза более высокой усталостной долговечностью, чем не модифицированный ЩМА-10.

Выводы.

На основе методологии системного анализа предложенных физико-химических моделей модифицированных асфальто вяжущих веществ и асфальтобетонов с использованием экспериментально-статистического описания разработаны и реализованы новые научно-обоснованные технологические решения получения комплексно-модифицированных горячих, литых и щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей для устройства покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных

дорог повышенной долговечности, способных противостоять колебаниям, усталостному разрушению, трещиностойкости и термоокислению, в результате комплексной модификации органических вяжущих полимерами термодинамически совместимыми с нефтяными дорожными битумами : Элвалой АМ с катализатором структурирования надмолекулярных образований высокомолекулярных веществ – поли- фосфорной кислотой ПФК-105 и формированием в битуме пространственной полимерной сетки с расчетным количеством узлов и кинетически гибких цепей из макромолекул и надмолекулярных образований с одновременной поверхностной активацией олигомерами или полимерами минеральных материалов асфальтобетонных смесей, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие Донецкой Народной Республики и Российской Федерации.

Список литературы:

1. Дорожный асфальтобетон [Текст] / [Л. Б. Гезенцев, Н. В. Горельшев, А. М. Богуславский, И. В. Королёв]. – М. : Транспорт, 1985. – 350 с.
2. Золотарев В. А. Долговечность дорожных асфальтобетонов [Текст] / В. А. Золотарев – Харьков : Вища школа, 1977. – 116 с.
3. Калгин Ю. И. Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов : монография [Текст] / Ю. И. Калгин. – Воронеж : из-во Воронежский гос. архитектурно-строит. ун-т, 2006. – 272 с.
4. Оптимизация состава асфальтовяжущего вещества «Битум-Элвалой АМ – шлам нейтрализации травильных растворов (ШН)», активированный полимерсодержащим отходом производства эпоксидных смол (ПОЭС) [Текст] / [В. И. Братчун, Е. Э. Самойлова, В. Л. Беспалов, М. К. Пактер и др.] // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури «Сучасні будівельні конструкції і матеріали», 2006. – 5(61). – С. 133 – 138.
5. Влияние добавок термопласта Элвалой на свойства битума и асфальтобетона [Текст] / [В. А. Золотарев, С. В. Ефремов, Я. И. Пыриг, С. А. Чугуенко] // Наука и техника в дорожной отрасли, 2004. – №1. – С. 41 – 44.

ОСНОВНЫЕ ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ ГЕОКОМПОЗИТОВ

Булгаков М., студент

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-
строительный университет*

Аннотация. Современные геосинтетические материалы по способу производства и применению различных добавок и пропиток значительно расширяют традиционные области их использования в строительных конструкциях. Для определения возможности применения геосинтетических материалов в первую очередь следует использовать данные результатов испытаний, подтвержденные в специализированной лаборатории, а также задействовать объем уже накопленных практических данных. При должном учете всех переменных, оказывающих влияние на сохранение эксплуатационных качеств, геоматериалы способны обеспечить длительный срок эксплуатации с низкими сопутствующими издержками, а также низкую трудоемкость монтажа и простоту конструкции. С этой целью в статье освещен отдельный тип геосинтетического материала – геокомпозит. Также в статье определены показатели, учет которых необходим для подбора оптимального вида материала под конкретную технологическую задачу.

Ключевые слова: геокомпозит, геосинтетические материалы, геоматериалы, биомат, глиномат, композитная геомембрана, геосоты, геополоса.

К основным функциям геосинтетических материалов в дорожной конструкции относят: разделение, фильтрование, дренирование, защиту от эрозии, армирование, гидроизоляцию, а также их комбинации. Сочетания функции могут выполняться одним видом геосинтетического материала, в частности геокомпозитами [1]. Получаемые в процессе комбинирования геосинтетических материалов геокомпозиты зачастую вбирают в себя несколько технологических функций, при этом обеспечивают простой процесс монтажа, длительный срок работы и высокие эксплуатационные характеристики.

Геокомпозит представляет собой многослойный материал из скрепленных в плоскости различных слоев (не менее двух), отличающихся по своей структуре и назначению друг от друга.

Преимущество геокомпозитов перед их субститутами, в первую очередь, заключается в возможности выполнения сразу нескольких

функций. В зависимости от основной выполняемой функции различают 2 класса: армирующие геокомпозиты (армогеокомпозиты) и дренирующие геокомпозиты (геодрены) [2].

К видам геокомпозитов по классификации, представленной в [3], относятся: биоматы, глиноматы, геомембрана композиционная, геомембрана битумная, геополоса композиционная, геоплита композиционная, геосотовый материал композиционный скрепленный, которые формируют два классификационные группы – дискретно-упрочненные композиты и непрерывно упрочненные геокомпозиты.

Рассмотрим некоторые геокомпозиты, чтобы выделить основные конструктивные отличия и эксплуатационные преимущества.

Биомат (БМТ), основной функцией которого является защита от водной и ветряной эрозии (Э), в частности в дорожном строительстве используется как материал для местного укрепления откосов и противоэрозийной защиты [6].

В основу биоматов входят полностью или частично разлагаемые волокна, биоразлагаемые материалы, а также семена (в диапазоне 60-130 гр/м²) и удобрения.

Параллельно конструктивным преимуществам - биомат позволяет осуществлять любые идеи ландшафтного дизайна, а благодаря универсальности и простоте монтажа не требует дополнительных технических средств для производства работ и способен в короткие сроки восстановить зеленый покров на требуемом участке.

Производится биомат путем сопряжения двуслойной тканой основы или натуральной сетки из соломы, джутового, льняного, бамбукового волокна с промежуточным слоем семян многолетних трав с удобрениями. Также в биомат могут вводиться различные добавки: влагоудерживающие элементы, почвообразующие бактерии и др. При необходимости биомат сшивают по иглопробивной технологии или скрепляют склеиванием.

Композиционная гибкость данного материала также состоит в том, что в зависимости от климатической зоны применения и почвенно-грунтовых условий возможны различные комбинации основных слоев биомата, растительных семян и, при необходимости, армирующих элементов.

Для биоматов важнейшими переменными величинами являются: сырьевой состав, вид образующих волокон или нитей, способ скрепления, поверхностная плотность, толщина материала, характеристика посевного материала.

Глинومات (ГМТ) - трехслойный полуфабрикат, включающий в себя два конструктивных слоя из тканого или нетканого геотекстиля из полипропиленовых (ПП) или полиэтиленовых (ПЭ) волокон, улучшенного средним слоем из гранул монтмориллонитовых глин с высокими коллоидными и сорбционными свойствами. Конструкция по нормали к поверхности скрепляется иглопробиванием, что обеспечивает постоянную структуру глинومات. Специальный размер пор нетканого геотекстиля не позволяет глине в процессе гидратации растекаться.

Глинوماتы используют для защиты конструкций, возводимых в грунте. Основной функцией глинومات в дорожном строительстве является гидроизоляция (Г) основания насыпи и выемки земляного полотна. При достижении плотного примыкания глинومات к защищаемой поверхности, разбухшие от контакта с водой, бентонитовые глины в ячейках геомата формируют противofильтрационный замок для жидкостей, паров и газов, обеспечивая коэффициент фильтрации $\sim 1.4 \times 10^{-7}$ м/сут. Глинوماتы относятся к 1 классу прочности на разрыв.

Преимущества перед гидроизоляцией традиционными методами: экономия достаточно дорогостоящей глины при формировании фильтрационного замка, большой жизненный цикл со множеством гидратаций-дегидратаций, легкий монтаж, отсутствует необходимость в уплотнении.

В основном свойства глинوماتов определяются характеристиками бентонитовой глины, сырьевой состав армирующих волокон или нетканого материала, поверхностная плотность, толщина.

Создание противofильтрационного барьера из композитных полиэтиленовых геомембран (ГММ-КП) для защиты от воды и других агрессивных сред, состоящего из полиэтилена высокого давления или полиэтилена низкого давления, является эффективной мерой из-за высокой химической стойкости сырья [5]. Основная функция геомембран в дорожной конструкции - обеспечение гидроизоляции основания насыпи и выемки.

Данный геосинтетический материал пришел на смену глиняного замка, для которого требовалось до пятидесятисантиметрового слоя жирных глин.

Композиция из геомембран с геотекстилем применяемая для защиты "экрана" от острых краев фракционного щебня, обломочного и мерзлого грунта, придает данному материалу дополнительную эксплуатационную ценность. Защитные слои могут быть выполняться

различной толщины, что придает геокомпозиту дополнительную гибкость в применении. Материал для непрерывного упрочнения геомембран обычно применяют из полипропилена (ПП) и полиэтилена (ПЭ). Класс прочности при растяжении - 1.

К преимуществам также относят высокий срок службы и обеспечение монолитности слоев путем термической сварки. Невысокая потребность в техническом углероде (2%) способна обеспечить неразрушение материала при воздействии ультрафиолетового излучения.

Геомембраны с рифлеными сторонами применяют для увеличения их фрикционных характеристики, что позволяет использовать их даже на крутых откосах.

Технические показатели для композитных мембран устанавливают следующие характеристики: сырьевой состав, объемная плотность полимера, поверхностная плотность, толщина материала, вид армирующего материала, сырьевой состав армирующего материала (а также тип связующего битума для ГММ-БТ).

Наряду с пластмассовыми, вязаными, неткаными геополосами существует композиционная геополоса, технологические свойства которой улучшены посредством внедрения для упрочнения по всей длине геотекстиля.

Геополосы из геокомпозитных материалов используются для дискретного армирования или как полуфабрикат для геосот.

Геосотовый материал скрепленный (ГСВ-ПС) по определению геосинтетическая пространственная конструкция, имеющая сквозные ячейки и скрепленные в перпендикулярной плоскости относительно материала. Высота ребер геосот соизмерима размерам ячейки. В свою очередь размер ячейки подбирается исходя из фракции щебня.

Геосотовый скрепленный материал имеет широкий спектр применения. От армирования слоев основания, дополнительных слоев и рабочего слоя дорожной одежды; армирования с разделением обочин; армирования тела и основания насыпей и выемок, до укрепления откосов.

Класс прочности при растяжении для геосот широко варьируется (от 2 до 5 класса) как и вид сырья.

Свойства геосот определяют: сырьевой состав, объемная плотность полимера, способ скрепления, поверхностная плотность, эффективный размер ячеек, высота ячеек.

Как видно из практики, возможности геосинтетических материалов по оптимизации строительных конструкций, их облегчению

и упрощении - достаточно велики. При этом на проектировщиков, строителей и эксплуатирующие организации накладываются дополнительные сложности с подбором вида геосинтетика и технологические операции с достаточно "требовательными" материалами.

Список литературы:

1. ОДМ 218.2.046-2014 Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве
2. ГОСТ Р 53225-2008 Материалы геотекстильные. Термины и определения (с Поправкой)
3. ГОСТ Р 55028-2012 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Классификация, термины и определения
4. Львович Ю.М. Геосинтетические и геопластиковые материалы в дорожном строительстве: Обзорная информация, 2002. 44с.
5. Свиридова Т.В. Применение геомембран для изоляции хранилищ промышленных отходов. Теория и технология металлургического производства. 2014. № 1 (14). 74-76с.
6. Гогунев Р.И., Маглан А.В. Применение биоматов для снижения процессов водной эрозии на откосах земляного полотна. Материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО "СибАДИ"). 2015. 52-59с.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПЕРЛИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРУНДОВЫХ ЛЕГКОВЕСНЫХ ОГНЕУПОРОВ НА ОСНОВЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ

**Дороганов В.А., канд. техн. наук, доцент,
Вареникова Т.А., вед. инженер,
Яшкин А.Н., магистрант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования составов для получения корундовых легковесных теплоизоляционных огнеупоров на основе электроплавленного корунда с использованием гидравлического вяжущего материала цемента марки М-72 и добавки вспученного перлита. Определены закономерности влияния содержания компонентов шихты на основные физико-механические характеристики образцов, плотность и механическую прочность, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 5040-2015 для марок корундового легковеса КТ-1,1 и КТ-1,3.

Ключевые слова: корундовый легковес, огнеупоры, теплоизоляционные материалы, электроплавленный корунд, технический глинозем глинозем, высокоглиноземистый цемент, вспученный перлит, плотность, механическая прочность.

Общая технологическая направленность при производстве новых теплоизоляционных материалов сводится к интенсификации процессов, снижению энергозатрат и материалоемкости, что является одним из важнейших критериев оценки научно-технического уровня производства огнеупоров. В связи с этим, особо актуальным становится вопрос совершенствования производства огнеупорной теплоизоляции различного назначения. Легковесные корундовые изделия широко применяются во многих областях промышленности, в том числе металлургии (металлургических сталелитейных печей не подвергающихся действию расплава, истирающих усилие и механических ударов) и огнеупорной промышленности в качестве теплоизоляционных материалов в соответствии и ГОСТ 5040-2015 «Изделия огнеупорные и высокоогнеупорные легковесные теплоизоляционные». [1,5]

Целью исследования является разработка и исследования составов масс для корундовых легковесных огнеупоров с меньшей энергоемкостью производства. Для этого предлагается испытать

высокоглиноземистые формовочные системы, в качестве вяжущего в которых будет использоваться глиноземистый цемент с содержанием Al_2O_3 не менее 70 %, что позволит значительно снизить влажность при формовании и использовать метод виброформования.

Для работы применяли следующие сырьевые материалы: электроплавленный корунд (фракция менее 500 мкм), предварительно прокаленный при 1200°C, технический глинозем (фракция менее 40 мкм) и высокоглиноземистый цемент марки М-72 фирмы Secar, химический состав которых представлен в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав сырьевых материалов

Наименование материала	Содержание оксидов, %							
	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	CaO	TiO_2
Электроплавленный корунд	99,9	0,02	0,01	0,03	0,03	0,01	-	0,01
Технический глинозем	99,5	0,06	0,02	0,06	0,04	0,01	-	0,02
В/гл цемент	72,7	0,24	-	0,43	0,63	0,34	26,1	-

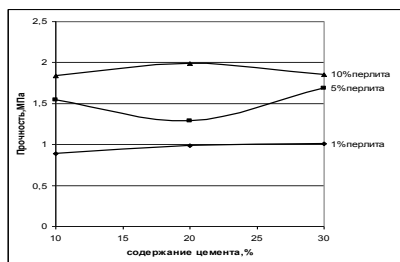
При составлении шихтовой смеси для вводили вспученный перлит в соотношении 1, 5, 10 % и высокоглиноземистый цемент в количестве 10, 20, 30 %. Особенное внимание уделялось отдельному перемешиванию перлита и цемента для лучшего обволакивания микросфер перлита тонкой цементной пленкой с постепенным увлажнением.

Шихтовые составы образцов корундового легковеса с добавкой высокоглиноземистого цемента и перлита показаны в табл. 2. [5] Также были рассчитаны изменение влажности масс составов и содержание Al_2O_3 в шихтах с учетом процентного содержания вводимых компонентов, показаны в табл. 2

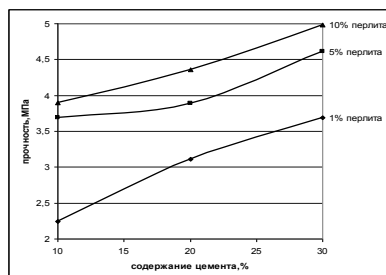
График зависимости механической прочности образцов корундового легковеса после сушки при температуре 100°C от содержания высокоглиноземистого цемента, составов с добавками 1, 5, 10 % перлита при T 100-1300°C показан на рис. 1.

Таблица 2 - Шихтовые составы образцов корундового легковеса с добавкой цемента и перлита

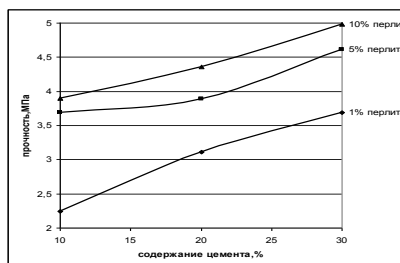
№ состава	Содержание перлита, %	Содерж. глинозема, %	Содерж. цемента, %	Влаж. массы, %	Содерж. Al_2O_3 , %
1	1	89	10	14,1	95,3
2	5	85	10	15,2	91,9
3	10	80	10	16,1	87,7
4	1	79	20	14,9	92,4
5	5	75	20	16,2	89,0
6	10	70	20	16,9	84,8
7	1	69	30	17,4	89,5
8	5	65	30	18,5	86,1
9	10	60	30	18,9	81,9



а



б



в

а - график зависимости механической прочности от содержания цемента при введении перлита 1, 5, 10 % после сушки при 100°C,
 б- график зависимости механической прочности от содержания цемента при введении перлита 1, 5, 10 % после обжига при 300°C
 в- график зависимости механической прочности от содержания цемента при введении перлита 1, 5, 10 % после обжига при 1300°C

Рисунок 1 - Физико-механические свойства образцов после обжига

Из полученных экспериментальным путем данных сделаем вывод, что образцы с добавкой вспученного перлита, корунда и высокоглиноземистого цемента после термообработки при 300°C

пригодны для производства методом виброформования по безобжиговой технологии и отвечают требованиям ГОСТ для марки КЛ-1,1. Оптимальные составы могут содержать 10-20% высокоглиноземистого цемента, 75-90% глинозема и до 15% электроплавленного корунда. Переход от классического способа формования методом литья к виброформованию позволил снизить формовочную влажность и температуру обжига изделий, что существенным образом сокращает производственные затраты на весь производственный цикл и выпуск единицы продукции огнеупорного производства. Таким образом, разработанные в данной работе материалы могут быть рекомендованы к промышленному выпуску на предприятиях по производству корундового легковеса.

Список литературы:

1. Ковылов В.М., Томилин Ю.И. Огнеупорные волокнистые материалы // Огнеупоры и техническая керамика. 2000. №10. с. 37-41.
2. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. технология теплоизоляционных материалов. М. Стройиздат. 1980. 396 с.
3. Крючков Ю.М. Разработка и применение пористых теплоизоляционных материалов // Огнеупоры и техническая керамика. 2000. №3. с 2-3.
4. Шубин В.Н. Производство корундового легковеса. Огнеупоры. 1971. №3. С. 30-32.
5. Вареникова Т.А., Смирнова М.А., Дороганов В.А. Корундовые легковесные огнеупоры на основе гидравлических вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №5. С. 64-69.
6. Кашеев И.Д., Стрелов К.К., Мамыкин П.С. Химическая технология огнеупоров. Инжтермет Инжиниринг, 2007. 752с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ПОЛЕВОГО ШПАТА И ПЕСКА

Дороганов В.А., канд. техн. наук, доцент,
Неверова Е.В., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной работе рассматривается возможность применения искусственных керамических вяжущих, полученных на основе полевого шпата и песка в технологии производства керамических материалов и изделий. Анализируются результаты комплексных испытаний и исследований полученных образцов. Доказана эффективность применения искусственных керамических вяжущих в различных отраслях керамического производства. Обусловлен экономический эффект от внедрения суспензий в стандартные технологические линии.

Ключевые слова: суспензии; искусственные керамические вяжущие; высококонцентрированные вяжущие суспензии; полевой шпат; кварцевый песок.

На сегодняшний день производство керамических материалов и изделий является достаточно обширной и динамично развивающейся промышленной отраслью. Одним из наиболее актуальных и перспективных направлений данной отрасли является исследование, оптимизация и расширение номенклатуры выпускаемых изделий по технологии высококонцентрированных вяжущих суспензий (ВКВС) [1].

В настоящий момент данная технология не нашла широкого применения и в подавляющей части применяется при производстве огнеупорных материалов и некоторых видов технической керамики. Во многом данная ситуация обусловлена отсутствием достаточного количества проведенных исследований, и накопленных знаний, препятствующих развитию и интенсивному внедрению данной технологии в различные сферы керамических производств [2]. В связи, с чем в данной работе рассмотрены исследования искусственных керамических вяжущих и их систем (ИКВ).

В качестве исходных сырьевых материалов в данной работе применялись полевой шпат Малышевского месторождения и песок Ташлинского месторождения. Для получения суспензий методом искусственных керамических вяжущих производился мокрый помол

компонентов в фарфоровой шаровой мельнице в течение 8-ми часов для полевого шпата и 12-ти часов для кварцевого песка. Помол осуществлялся с догрузкой материала в условиях увеличения концентрации твердой фазы. В качестве мелющих тел применялись уралитовые шары. В качестве дефлокулянта применялся электролит на органической основе, в количестве 1% от массы материала. Готовые суспензии подвергались стабилизации, путем гравитационного перемешивания в течение 6-8 часов [3,4]. Готовые суспензии ИКВ имели следующие свойства и характеристики, представленные в табл.1.

Таблица 1- Характеристики исследуемых суспензий ИКВ

Состав № п/п	Содержание, %		Плотность $\rho, \text{г/см}^3$	Время истечения $\tau, \text{сек}$	Влажность $W, \%$:
	ПШ	КП				
1	-	100	2,094	47	16,24	1,18
2	20	80	2,06	34	16	1,17
3	40	60	2,065	76	16,5	1,56
4	60	40	2,08	48	16,3	1,54
5	80	20	2,061	46	16,6	1,46
6	100	-	2,014	143	19,23	1,48

Прим. ПШ-суспензия на основе полевого шпата; КП-суспензия на основе кварцевого песка.

На основе полученных ИКВ путём отливки суспензий в гипсовые формы были получены образцы-балочки. После замера размеров и веса образцов, как после выемки из форм, так и после сушки, образцы подвергались процессу обжига, осуществляемому в электрической печи при температурах: 1000-1250°C с интервалом в 50°C. После обжига образцы подлежали испытаниям, в ходе которых были определены такие свойства и характеристики как: огневая усадка, водопоглощение, кажущаяся плотность, предел прочности на изгиб. Результаты испытаний представлены на рис. 1-4.

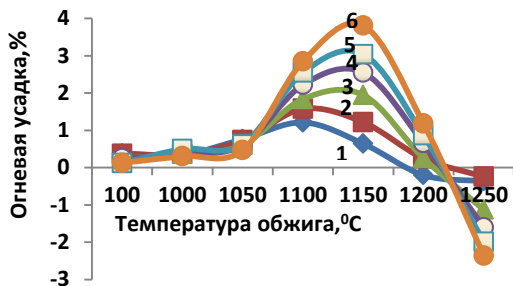


Рисунок 1 - Зависимость огневой усадки образцов от температуры обжига.
(Состав образцов см. в табл.1.)

Анализ данных огневой усадки исследуемых образцов (рис.1), показал, что с увеличением температуры обжига происходит рост образцов на основе песка, обусловленный полиморфными превращениями кварца и остекловывание при температуре 1150°C образцов с содержанием ИКВ ПШ в количестве 60-100%, однако стоит отметить, что потеря формы данных образцов наблюдается при температуре в 1250°C. Составы с содержанием ИКВ ПШ в количестве 40% остекловываются при температуре в 1200°C, поэтому температуру обжига в 1200°C для образцов на основе исследуемых систем, за исключением системы состава 80% КП и 20% ПШ можно считать предельно допустимой.

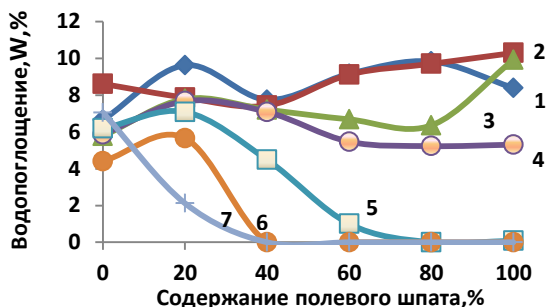


Рисунок 2 - Зависимость показателя водопоглощения исследуемых образцов от процентного содержания полевого шпата в составе суспензий.
(Состав образцов см. в табл. 1.)

С ростом температуры обжига образцов (рис. 2) прослеживается очевидная тенденция к уменьшению показателя водопоглощения, за исключением образцов на основе ИКВ КП, что, как и в случае усадки обусловлено полиморфизмом кварца. Наименьшим значением водопоглощения обладают образцы, содержащие в своём составе от 40 до 100% ИКВ ПШ, для данных образцов наблюдается нулевое значение водопоглощения при температурах от 1150°C (состав 80% ИКВ ПШ и 20% ИКВ КП) до максимальной температуры обжига в 1250°C.

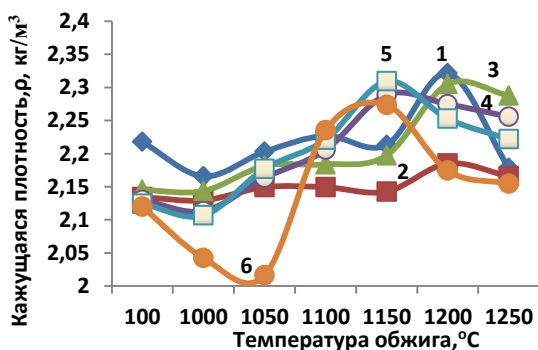


Рисунок 3 - Зависимость плотности от температуры обжига образцов (Состав образцов см. в табл.1.)

Исходя из данных представленных на рис. 3. следует, что плотность всех анализируемых образцов увеличивается с ростом температуры обжига, однако рост данного показателя происходит до температуры обжига в 1150°C для образцов с повышенным содержанием ИКВ ПШ (40-100%) после чего наблюдается снижение данного показателя. Снижение плотности в данном случае обуславливается образованием стекловидной фазы.

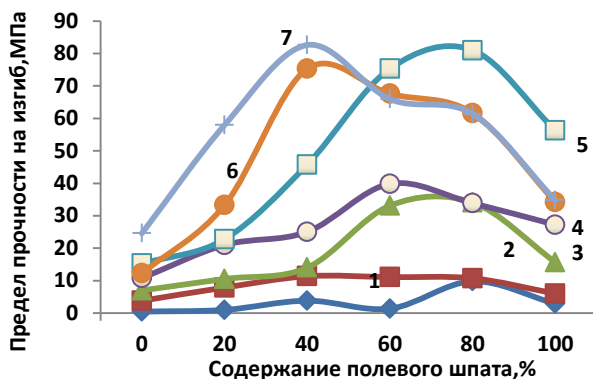


Рисунок 4 - Зависимость предела прочности образцов на изгиб от содержания полевого шпата в составе ВКВС (Состав образцов см.табл.1.)

Согласно данным предела прочности образцов на изгиб (рис.4) следует, что прочность также увеличивается с ростом температуры до определенного для каждого из составов пределов, затем происходит спад, а после снова увеличение прочностных характеристик, но для всех изделий наиболее оптимальна температура обжига в 1150-1200°C

Таким образом, следует, что наилучшими свойствами обладает состав, состоящий из 60% ИКВ КП и 40% ИКВ ПШ, имеющий при температуре обжига в 1200°C нулевое значение водопоглощение, значительные прочностные характеристики – 75,32 МПа и плотность, а также низкую усадку - 0,25%. Полученный материал с успехом может быть применен в технологии производства санитарно-технических изделий, т.к. не только соответствует необходимым параметрам, но и в значительной мере имеет более высокие показатели качества даже не в глазурированном виде. Кроме того производство сантехнических материалов на основе данного состава системы экономически целесообразно, ввиду экономии сырьевых материалов и снижении температуры обжига изделий.

Список литературы:

1. [Электронный ресурс] Строительные композиты на основе высококонцентрированных вяжущих систем. URL: <http://www.dslib.net> (дата обращения 24.12.18);
2. [Электронный ресурс] Строительные композиты на основе искусственных вяжущих материалов. URL: <http://www.findpatent.ru> (дата обращения 24.12.2018);
3. Пивинский Ю. Е.. Реология дилатантных и тиксотропных дисперсных систем. СПб.:Изд-во СПбГТИ (ТУ), 2001. 174 с.
4. Пивинский Ю.Е.. Реология дисперсных систем, ВКВС и Керамбетоны. Элементы нанотехнологий в силикатном материаловедении. Избранные труды. Спб.: Изд-во Политехника, 2012. 682 с.

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МОРОЗОСТОЙКОСТЬ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

**Дороганов Е.А., канд. техн. наук,
Сыса О.К., канд. техн. наук,
Шакурова Н.В., аспирант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Изучены технологические свойства составов пластических и полусухих масс, а так же влияние способа формования на микроструктуру керамического кирпича и на его морозостойкость. Выявлено, что высокие прочностные характеристики, не гарантируют получения высокой морозостойкости керамического кирпича.

Ключевые слова: керамика, керамический кирпич, структура, способы производства, морозостойкость.

Свойства строительного материала определяются его структурой. Структура, т.е. строение керамического тела, зависит от состава сырья и технологии данного материала. Для получения материала заданных свойств следует создать его внутреннюю структуру, обеспечивающую необходимые технические характеристики. В конечном итоге знание свойств материалов необходимо для наиболее эффективного его использования в конкретных условиях эксплуатации [1].

Технологические факторы, влияющие на структуру керамики являются доминирующими и действуют на всем протяжении изготовления изделий. В работе рассмотрено влияние способа производства на микроструктуру обожженного кирпича, полученного разными способами формования, из глин используемых на заводе Объединение строительных материалов и бытовой техники Чибисовского и Лебединского месторождений Белгородской области.

В ходе исследования были изучены минералогический и химический составы, физико-химические свойства глин, поведение их при сушке и обжиге. Определение химического состава производилось на основании данных, полученных при помощи рентгенофлуоресцентного спектрометра серии ARL 9900 WorkStation со встроенной системой дифракции. Результаты определения химического состава глинистого сырья приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Химический состав глин

Месторождение	Содержание компонентов, масс. %.								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	ппп
Чибисовская глина	63,66	23,13	2,69	0,93	0,23	0,75	1,55	0,21	6,84
Лебединская глина	66,55	15,63	3,76	0,77	0,71	2,15	2,02	0,53	7,88

В качестве исходного состава масс использовался готовый заводской состав, приготовленный из вышеуказанных глин и сформованный в виде бруса. Из данной массы двумя способами: пластическим формованием и двухсторонним двухступенчатым полусухим прессованием при первом удельном давлении 50 кгс/см² и максимальном удельном давлении 150 кгс/см² и 300 кгс/см² – формовались образцы, представляющие собой кубики 30×30×30 мм, кубики 50×50×50 мм и балочки 60×15×10 мм.

Обжиг проводился при температурах 950, 1000, 1050 °С [2].

Были определены технологические свойства экспериментальных составов масс (табл. 3) и физико-механические характеристики образцов (табл. 4).

Таблица 3 - Технологические свойства составов масс

Способ формования	Формовочная влажность, %	Обозначение состава	Усадка воздушная, %	КЧС, см ³ /г
пластический	13,5	П	5,6	0,86
полусух. 150	5,0	ПС5	0,2	0,15
полусух. 150	8,0	ПС8	0,5	0,15
полусух. 300	8,0	ПС3	1,14	0,17

На основании данных таблицы 3 усадка воздушная у образцов полученных методом пластического формования составляет 5,6%, полусухого – 0,2-1,14%. По коэффициенту чувствительности к сушке все исследуемые составы можно отнести к малочувствительным (КЧС < 1) [3].

Таблица 4 - Физико-механические характеристики образцов, сформованных различными способами формования и обожжённых при максимальной температуре 1050 °С.

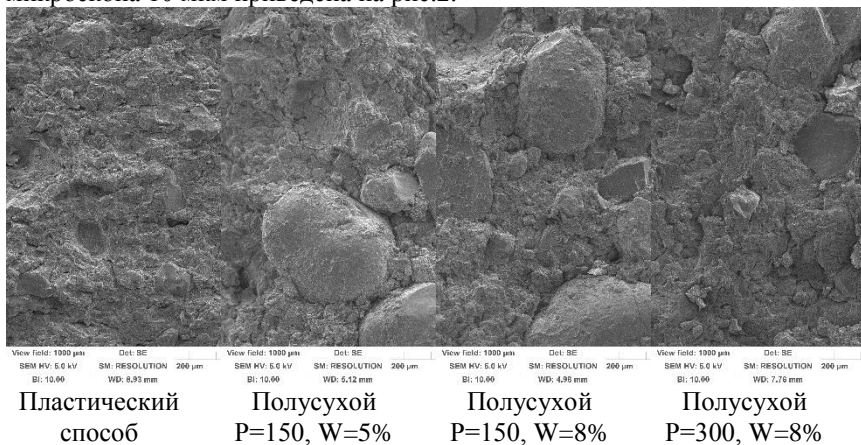
Обозначение состава	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Пористость открытая, %	Плотность кажущаяся, г/см ³	Усадка огневая, %.	Прогнозируемая марка кирпича
П	65,3	13,6	6,87	15,04	2,189	1,09	М300
ПС5	38,9	7,3	9,62	20,03	2,083	0,61	М175
ПС8	46,5	7,2	8,9	18,7	2,11	0,65	М200
ПС3	49,1	7,2	8,6	18,22	2,119	0,67	М200

Зависимость водопоглощения от способа формования, давления прессования и влажности пресс-порошка изображено на рис. 5. Кирпич изготовленный методом пластического формования имеет самые высокие физико-механические характеристики. Сравнительно одинаковые величины показали образцы полученные при давлении формования 150-300 МПа и влажностях 8%. Минимальные показатели наблюдаются у образцов сформованных при давлении 150МПа и влажности 5%.

Микроструктуру строительного материала изучали на сканирующем электронном микроскопе высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU. Различие структур пластического и полусухого формования показано на рис. 1-2.

При пластическом способе формования (рис.1) структура более упорядоченная, однородная, скол кирпича идет по зерну кварца, зерна кварца погружены в основную массу. При полусухом формовании при давлении 150 МПа они лежат на ее поверхности, скол зерен идет по границе зерна кварца и основной массы. Повышение влажности до 8% при давлении прессования 150 МПа и давление до 300 МПа приводит к уплотнению структуры кирпича. Большинство сколов кирпича идет по

зерну кварца. Связь зерна кварца с основной массой при увеличении микроскопа 10 мкм приведена на рис.2.



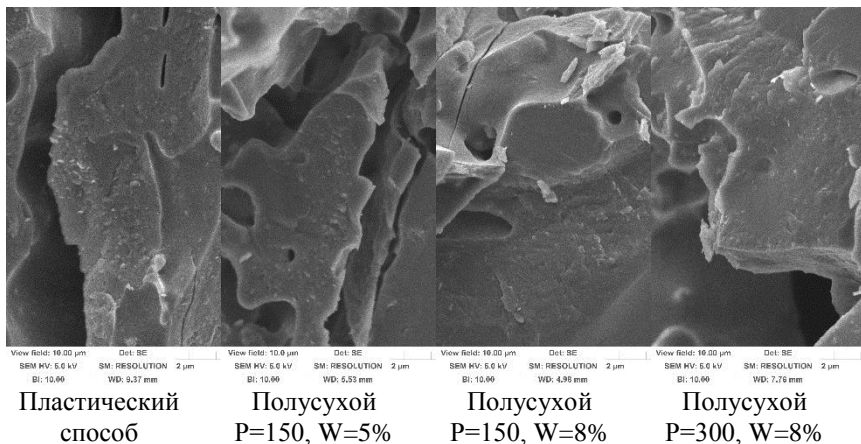
Пластический способ

Полусухой P=150, W=5%

Полусухой P=150, W=8%

Полусухой P=300, W=8%

Рисунок 1 - Микрофотографии сколов образцов полученные различными методами формования при увеличении 1000мкм



Пластический способ

Полусухой P=150, W=5%

Полусухой P=150, W=8%

Полусухой P=300, W=8%

Рисунок 2 - Микрофотографии сколов образцов полученные различными методами формования при увеличении 10 мкм

На микрофотографиях показано (рис. 2), что самая слабая связь зерна кварца с основной фазой наблюдается у образцов полученных методом полусухого прессования при давлении 150МПа и влажности 5%. На рисунке виден четко слой пронизанный системой пор и скол кирпича идет по этим порам. При остальных способах формования контакт зерна с основной массой достаточно плотный. Скол идет не по порам, а по основной массе.

Образцы размером 50×50×50 мм были подвержены испытанию на морозостойкость по ГОСТ530-2012. У образцов пластического формования первые трещины появились на 9 цикле попеременного замораживания и оттаивания и на 7 цикле – у образцов, полученных способом полусухого прессования при давлении 150МПа и влажности 5%. Более 50 циклов выдержали кирпичи при давлениях 150-300МПа и влажности 8%.

Не смотря на то, что при пластическом способе формования, установлена максимальная прочность образцов, пониженная морозостойкость данных изделий может свидетельствовать о формировании неблагоприятной структуры кирпича с опасными порами [4]. Таким образом, требуются дальнейшие исследования влияния структуры образцов на морозостойкость керамического кирпича.

Список литературы:

1. [Электронный ресурс].<http://bibliotekar.ru/spavochnik-76/3.htm> (дата обращения 11.04.2019).
2. Августиник А.И., изд. 2, перераб. и доп. – Л. : Стройиздат, 1975-592с.
3. Гончаров Ю.И., Городова Н.В. Разработка технологии лицевого керамического кирпича на основе высокожелезистых глин Актюбинского месторождения (Казахстан) // Строительные материалы. – 2004. – №3. – С.26-27.
4. Беркман А.С. Пористая проницаемая керамика.-М.Гостройиздат 1959,-184с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Егорова А.Д., канд. техн. наук, доцент,
Алексеева А.Н., инженер,
Ефремова С.Е., бакалавр,
Ноговицина О.Н., бакалавр
*Северо-восточный федеральный
университет им. М.К. Аммосова*

Аннотация. В статье представлены результаты исследования химического и минералогического состава, физических свойств глинистого сырья месторождений Санниковское Намского улуса, Намцырское и Кангаласское г. Якутска. Определено содержание глинообразующих минералов в исследуемых глинах. Изучена микроструктура керамического черепка после обжига при 1000°С.

Ключевые слова: глинистые породы, минералогия глин, свойства глин, керамика, микроструктура глин.

Обеспечение строительного рынка Якутии экологически чистым, качественным, энергоэффективным материалом, отвечающим требованиям современных условий является приоритетной задачей. Ограждения из керамического материала имеют такие же характеристики по паропроницаемости, как и деревянные, что обеспечивает здоровый микроклимат. Кирпичный дом пожаробезопасен, долговечен, натуральный, надежен, имеет огромное разнообразие дизайн-проектов. Такие дома практически не подвергаются порче: гниению, трещинам, деформации, коррозии.

Глинистого сырья в Якутии много, но производства керамических изделий нет. Поэтому исследование структуры глинистых материалов является интересной задачей в направлении строительных керамических материалов.[1]

По природе все глины состоят из одного глинистого минерала, но многие представляют собой смесь глинистых минералов. Минералогический состав изучаемых образцов проведен на основании рентгеновского фазового анализа (РФА). Основное количество рентгеновских порошковых дифрактограмм получено на рентгеновском дифрактометре общего назначения ДРОН-3.0. Большую часть съемок производили при пределе измерения 4000 имп/сек, постоянного времени – 1с и в диапазоне двойных углов (2 θ) 4-64°. [2]

Анализ облегчается, если известен приблизительно химический состав исследуемого материала или предполагаемый минеральный состав.

Химический состав исследуемой глины определили рентгенофлуоресцентным анализом на рентгеновском спектрометре SRS-3400. Данные исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав исследуемой глины

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
Санниковское месторождение								
61.44	14.23	14.3	4.27	2.14	2.63	2.11	0.73	0.13
Намцърское месторождение								
63.57	22.38	1.71	0.54	0.55	2.49	0.95	0.81	0.04
Кангаласское месторождение								
60.28	34.38	0.95	0.69	0.49	0.78	0.33	1.49	0.07

Анализ химического состава глинистого сырья показывает, что основная разница между ними в содержании важнейших оксидов Al₂O₃ и Fe₂O₃, обуславливающих легкоплавкость глин.

Минералогический состав глин исследовали в Институте горного дела севера СО РАН на дифрактометре D8 Discover с системой GADD (General Area Detector Diffraction System). Рентгенометрическая диагностика минеральных кристаллических фаз проведена с использованием базы дифракционных данных ICDD PDF-2 программы идентификации поставленные с прибором и поисковой системы Crystallographica Search-Match (Oxford Cryosystems). Полученные пики минералогического состава исследуемых глин приведены на рисунке 1.

Выявлено, что Санниковская глина по своему минеральному составу имеет среднюю концентрацию каолинита – Al₄[Si₄O₁₀](OH)₈·nH₂O (12,2 %), много примесей полевых шпатов – 44,4%, кварца – SiO₂ (11,1 %) и пирита – FeS₂ (22,2 %).

Намцърская глина имеет сложный полиминеральный состав, обнаружены минералы подгруппы кварца (кварц 56,5%), калий-натриевых полевых шпатов (альбит – 11,5%, ортоклаз – 12,6%), каолинит (4%), а также обнаружены гидрослюдистые минералы – 4,9%.

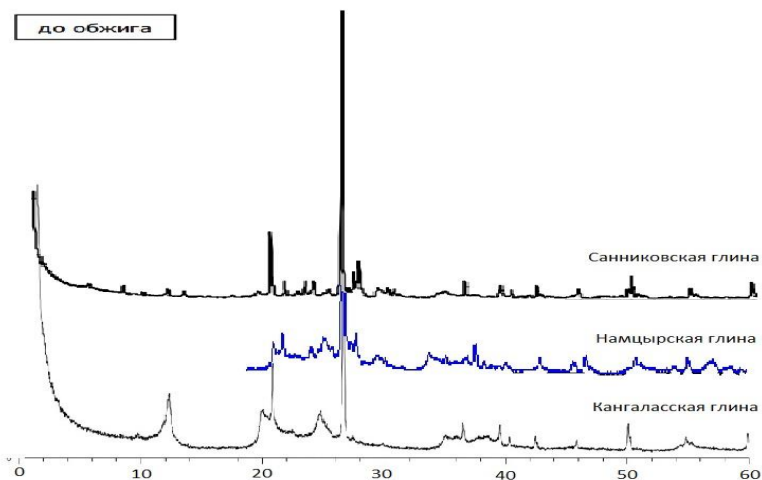


Рисунок 1 - Результаты качественного анализа фазового состава глинистого сырья до обжига

Кангаласская глина содержит следующие минералы: каолинит – $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (69,8 %); кварц SiO_2 (19,7 %), а также галлузит – $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (10,5 %) глинистый минерал подкласса слоистых силикатов, по составу близок каолиниту.

Далее изготавливались образцы плитки толщиной 5 мм полусухим прессованием, которые высушивали в естественных условиях и обжигали при температуре 1000°C.

На основании проведённых исследований установлено, что микроструктура обожженных керамических черепков при 1000°C представлена каолинитово-галлузитовыми минералами, кварцем и плавнями полевого шпата. Строение микроструктуры удостоверили микроскопическим методом, при полном рассмотрении обожженного черепка на растровом электронном микроскопе (рисунок 2).

Преобразования минералов массы при нагревании проходят в три этапа: разрушение минерала, полиморфные превращения и образование новых минералов и соединений.

После обжига в керамических образцах образуется первичный каолинит, нерастворенный α -кварц и полевые шпаты, что влияют на характеристику физических свойств изделий.

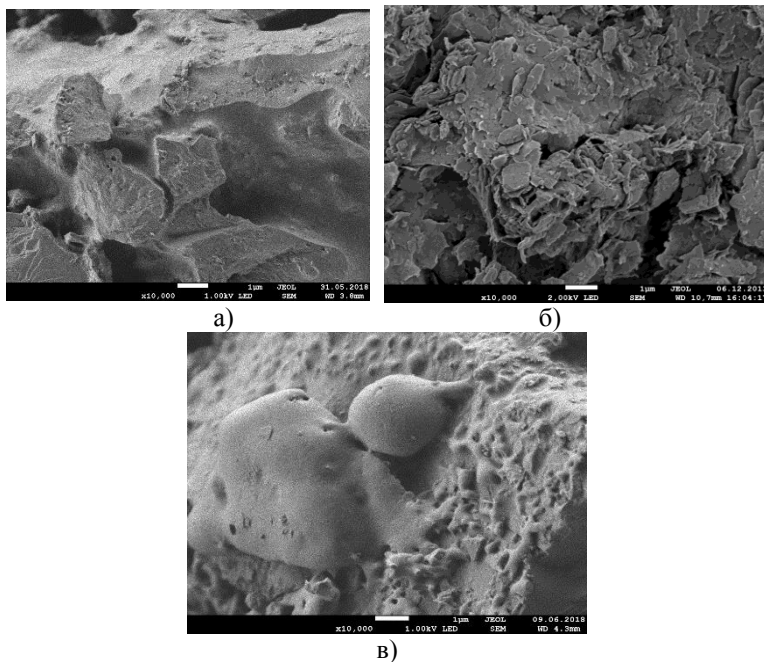


Рисунок 2 - Микроструктура обожженной глины при 1000°С (увеличенный в $\times 10000$ раз): а – Санниковская; б – Намцырская; в - Кангаласская.

Удаление химически связанной воды при обжиге сопровождается четко выраженным эндотермическим эффектом. В результате молекулы каолинита перестраиваются, кристаллическая решетка ослабляется за счёт химических связей между Al_2O_3 и SiO_2 в каолиновом остатке [4]. В нашем случае каолинит в Намцырской и Кангаласской глине при обезвоживании сохраняет некоторую степень кристалличности.

Полевые шпаты в Санниковской глине создают жидкую фазу за счет собственного перехода в расплав. При низких температурах до 600—700° С полевой шпат в массе изделий является отошителем.

В результате растворения полевошпатовый расплав у поверхности зерен каолинового остатка насыщается больше глиноземом, у поверхности кварца — кремнеземом.[4]

Форма минералов, видимая под электронным микроскопом, показывает, что кристалличность минералов глин варьирует от хорошо до плохо окристаллизованных и структурно-неупорядоченных фаз.

Пластичность и влагоёмкость являются важнейшими физическими свойствами глинистых пород, определяющих режимы формования, сушки и обжига. Результаты показателей свойств глинистых пород указаны в таблице 2.

Таблица 2 - Свойства глин

Название глинистого сырья	Пластичность	Средняя влажность, %
Санниковская глина	9,7	25,4
Намцырская глина	15,0	27,6
Кангаласская глина	17,3	31,1

По значению пластичности Намцырское и Кангаласское глинистое сырьё относится к среднепластичным глинам, Санниковская – умереннопластичной глине. Из исследованных данных высокими пластическими и влагоёмкими свойствами характеризуются каолиновые глины, и промежуточными – глина с предельным содержанием примесей полевых шпатов и пирита.

В дальнейшем сделанный анализ исследований минерального состава глинистого сырья поможет определить строение и синтез новых веществ. Наше исследование предусматривает цепочку изучения материала от сырья до получения качественной готовой продукции.

Список литературы:

1. Салахов А.М. Керамика с высоким содержанием силикатов кальция / Салахов А.М., Тагиров Л.Р., Морозов В.П., Кабиров Р.Р., Салахова Р.А., Фасеева Г.Р. // Строительные материалы. – 2012. – №8. – 32-34 с.
2. Федоров, П.А. Исследование структуры глинистого сырья, пригодного для производства изделий строительной керамики (в примерах и задачах): учеб. пособие / П.А. Федоров. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. – С. 64.
3. Пушаровский Д.Ю. Рентгенография минералов. – М. «ГеоИнформак» 2000 г. – С. 292.
4. Мороз И.И. Технология фарфоро-фаянсовых изделий: учебник для техникумов. – М.: Стройиздат, 1984. 334 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ БИОБЕТОНОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

**Ерофеев В.Т., д-р техн. наук, профессор,
Дергунова А.В., канд. техн. наук, доцент,
Аль Дулайми С.Д.С., инженер**
*Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева*

Аннотация. В статье рассматривается проблема повышения долговечности зданий и сооружений. Исследуются процессы разрушения бетона. Приводятся современные методы самовосстановления бетонных конструкций, в том числе с помощью уреалитических штаммов бактерий. Проведены исследования осаждения кальцита в результате действия микроорганизмов и механизмы этого процесса в биобетоне.

Ключевые слова: строительные материалы и конструкции, долговечность, бетон, биобетон, уреалитические штаммы бактерий.

В последние годы отечественными и зарубежными авторами отмечается, при проектировании зданий и сооружений важно обеспечить не только несущую способность конструкций, но и их долговечность. Тем не менее, при традиционном проектировании зданий и сооружений износ конструкций в течение длительных периодов времени не считается серьезной проблемой. Гораздо большее воздействие на людей или общество в целом оказывает разрушение конструкций. Принимая во внимание эти социальные факторы, очевидно, мы не должны рассматривать проблему долговечности строительных материалов как проблему прошлых времен. Необходимо разработать новые экологичные методы самовосстановления, чтобы увеличить долговечность уже спроектированных зданий и тех, которые еще будут построены.

Выбор материалов и технологий для возведения зданий и сооружений должны удовлетворять осознанным потребностям заказчика, а также потребностям развития общества, не оказывая негативного воздействия на окружающую среду. Первостепенное значение приобретает требование долговечности высотных и большепролетных зданий и сооружений из-за значительных затрат на строительство и социальную значимость. Строительным материалом может быть любой материал, который используется для строительства. Наиболее широко используемым строительным материалом во всем мире является бетон.

Актуальная проблема разрушения бетона и экономические последствия технического обслуживания и ремонта бетонных конструкций привлекли внимание к процессам разрушения бетона, а также к способам замедления или даже устранения деструкции бетона [1]. Сохранение прочности бетона обусловлено его устойчивостью к деструкции, особенно к повреждениям под воздействием атмосферных влияний, физического, химического, биологического или другого воздействия. Долговечный бетон должен сохранять форму, качество и эксплуатационные свойства на протяжении всего установленного срока службы.

В результате таких природных процессов, как выветривание, оседание почвы, землетрясения, а также деятельности человека в бетонных конструкциях возникают трещины и разрушения, которые имеют негативные последствия, поскольку могут уменьшить срок службы зданий и сооружений. Атмосферные воздействия вызывают повышение пористости, ослабление прочности поверхностных слоев и ухудшение внешнего вида конструкций. Для их восстановления осуществляется обработка поверхностей водоотталкивающими материалами и затирка пор. Однако эти и другие способы обработки органическими и неорганическими средствами влекут за собой некоторые негативные факторы, такие как различного вида термические расширения, разрушение со временем и необходимость регулярного технического обслуживания. Появление трещин и разрушений является неизбежным явлением в процессе действия нагрузок и старения бетонных конструкций под воздействия погодных факторов. Такое растрескивание способствует легкому проникновению агрессивной среды к арматуре и появлению коррозии. Очень часто ремонт конструкций осуществляется в условиях невозможности закрытия предприятия, или он наносит вред людям. Следовательно, для таких ситуаций должен быть найден способ автоматической герметизации трещин самовосстанавливающимися материалами. В последнее время появилось сообщение об инновационной методике использования микроорганизмов для устранения щелей и трещин в естественных образованиях и созданных человеком сооружениях путем осаждения карбоната кальция.

В большинстве этих исследований в качестве агента для биопродуцирования минералов на основе карбоната кальция были использованы уреалитические штаммы бактерий рода *Bacillus* [2]. Механизм образования карбоната кальция этими бактериями основан на ферментативном гидролизе мочевины до аммиака и двуокиси углерода.

Такие бактерии, добавленные в цементную смесь перед бетонированием конструкции, должны сохранять жизнеспособность в течение длительного периода после введения в цементную матрицу и производить значительное количество минералов, необходимых для закупоривания или герметизации свежеобразованных трещин. Таким образом, входящие в структуру бактерии представляют собой действующее изнутри средство самовосстановления, автономно уменьшающее проницаемость бетона при образовании трещин. Комплексное биовосстанавливающее вещество позволит сохранить ручной досмотр и ремонт и, кроме того, повысит прочность конструкций.

Осаждение кальцита под воздействием микроорганизмов (MICP) является методом более широкой научной категории, именуемой «биоминерализация». Этот процесс образования неорганических твердых веществ живыми организмами. Процесс MICP крайне желателен, поскольку осаждение кальцита в результате микробной деятельности, является естественным процессом и не вызывает загрязнения окружающей среды. Перспективные результаты этого метода поддерживаются различными научно-исследовательскими группами в мире в целях популяризации дальнейшего развития MICP.

Подробные исследования осаждения кальцита в результате действия микроорганизмов и механизмы этого процесса не проводились. Исследователи сосредоточились, главным образом, на активности уреазы и осаждении кальцита бактериями вида *Bacillus*. Другие виды родственных или неродственных таксонов вида *Bacillus* могут иметь способность осаждать кальцит в щелочной среде. Бактерии, вырабатывающие щелочь, имеют разнообразный характер, но бактерии вида *Bacillus* изучались систематически с целью их использования для получения промышленно важного фермента и для биовосстановления. Кроме того, необходима оценка разнообразности микроорганизмов и динамики структуры сообщества микроорганизмов, проживающих в алкалофильной среде, какой являются сточные воды цементных заводов, системы сброса в районах добычи известняка и кальцита. Сведения о разнообразности микроорганизмов, заселяющих систему сброса шлама кальцита, будут ценной информацией об обитающей там доминирующей и редко встречающейся индигенной микрофлоре, и будут важны при выборе микробов для восстановления дефектов в строительных материалах.

Целями наших исследований являлись:

- выделение и идентификация эффективных бактерий и микроорганизмов для производства биобетонов;
- на основе физиологических и молекулярных особенностей определения параметров биобетона, который производят бактерии;
- оценка свойств микроорганизмов для ликвидации дефектов в строительных материалах и конструкциях, таких как цементные растворы, бетоны, кирпич и железобетонные образцы.

Основные результаты, полученные авторами приведены в опубликованных работах [3, 4, 5].

Список литературы:

1. Ghosh, S.K. (ed.) Self-healing materials: fundamentals, design strategies, and applications, Wiley WCH, Weinheim - 2009. - P. 183-218.
2. Microbial carbonate precipitation in construction materials: A review W. De Muynck, N. De Belie, W. Verstraete (2010) // Ecol. Eng. 36 (2): - p. 118-136.
3. Аль Дулайми Салман Давуд Салман. Исследование изменений прочностных характеристик цементных композитов в зависимости от концентрации в них бактерий и возраста образцов / В.Т. Ерофеев, Аль Дулайми Салман Давуд Салман //Приволжский научный журнал. Строительные материалы и изделия. – 2018. – № 3. – С. 70–77.
4. Баженов Ю.М. Технология самовосстановления железобетонных конструкций с помощью микроорганизмов / Ю.М. Баженов, В.Т. Ерофеев, Аль Дулайми Салман Давуд Салман // Всероссийский информационно-аналитический и научно-технический журнал Русский инженер. – М. – 2018. – № 4– С.46–48.
5. Ерофеев В.Т. Бактерии для получения самовосстанавливающихся бетонов / В.Т. Ерофеев, Аль Дулайми Салман Давуд Салман, В.Ф. Смирнов / Интернет-журнал «Транспортные сооружения». – 2018. – № 4, Том 5– С.1–13.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОКСИДА КАЛИЯ С ТРЕХКАЛЬЦИЕВЫМ АЛЮМИНАТОМ

Ерыгина А.О., аспирант,
Мишин Д.А., канд. техн. наук, доцент,
Никитина М.А., магистрант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Для решения вопросов, связанных с уменьшением негативного влияния солей щелочных металлов на качество клинкера, а также технологические процессы, необходимо изучить возможные химические превращения и взаимодействия K_2O и Na_2O с сырьевыми компонентами и основными клинкерными минералами во всех технологических зонах вращающейся печи цементного производства. Если температурные интервалы обжига до $1100^{\circ}C$ и выше $1300^{\circ}C$ на данный момент полностью изучены, то промежуток температур от 1100 до $1300^{\circ}C$ – нет.

Ключевые слова: портландцементные клинкерные минералы, трехкальциевый алюминат, оксид щелочного металла, оксид калия, настлы, наросты, отложения, алюминат калия, твердый раствор, портландцементный клинкер, циркуляция щелочных соединений.

В составе сырьевых материалов, используемых для производства портландцементного клинкера, всегда содержится небольшое количество щелочных примесей. Соответственно, данные соединения будут присутствовать либо в основных клинкерных фазах, либо в виде щелочных фаз. R_2O во вращающейся печи могут выступать как промежуточные соединения или как нежелательные отложения. Влияние примесей щелочных соединений на технологические процессы, а также минералообразование изучены достаточно подробно [1 – 8], но область исследований останавливается на температурных интервалах до 1100 и выше $1300^{\circ}C$.

Целью исследования является изучение влияния оксида калия, как примеси, присутствующей во вращающейся печи цементного производства, на процессы минералообразования в интервале температур обжига от 1100 до $1300^{\circ}C$.

Синтезированный клинкерный минерал C_3A обжигался с K_2O при различных мольных отношениях и температурах (табл. 1), далее проводилась идентификация полученных фаз методом рентгенофазового анализа.

Таблица 1 - Состав смесей и условия обжига

Состав исходных смесей	Мольные отношения	Температура обжига, °С	Время изотермической выдержки, мин
$C_3A + K_2O^*$	3:1; 2:1; 1:1; 1:2; 1:3	1150	10

*Оксид калия вводился в исходные смеси в виде K_2CO_3

Установлено, что химическое взаимодействие оксида калия протекает с исследуемым клинкерным минералом, трехкальциевым алюминатом, при температурах обжига 1100 – 1300°С. Рентгенофазовый анализ состава обожженных образцов C_3A и K_2O при 1150°С показал, что начальная стадия протекания данного химического взаимодействия начинается уже в тех смесях, где количество вещества оксида калия в 3 раза меньше, чем трехкальциевого алюмината (рис. 1а). Об этом говорят отражения CaO 2,406Å; 2,783Å (рис. 1а), однако максимумов какой-либо другой фазы кроме CaO и C_3A (2,697Å; 2,716Å; 2,208Å) при 1150°С не обнаружено.

При обжиге смеси, содержащей $C_3A:K_2O=1:1$, зафиксированы отражения $K_2O \cdot Al_2O_3$ 2,952Å; 2,574Å и его гидратной фазы $K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O$ 2,782Å; 2,611Å (рис. 1б). Следовательно, протекает реакция между трехкальциевым алюминатом и оксидом калия, но ввиду наличия при 1150°С C_3A (2,697Å; 2,727Å), как исходного компонента, химическое взаимодействие образования алюмината калия происходит не до конца.

Обжиг смеси, где соотношение исходных компонентов $C_3A:K_2O=1:3$, также не дает полного взаимодействия клинкерного минерала и оксида щелочного металла с образованием алюмината калия и CaO (рис. 1в). На данной рентгенограмме присутствуют отражения твердого раствора K_2O в $3CaO \cdot Al_2O_3$ (максимумы 2,694Å; 2,713Å). По данным картотеки ASTM и [9 – 11] в смесях с большим содержанием оксида калия, как исходного компонента, возможно образование $C_{8,5}KA_6O_{18}$. Это говорит о том, что при мольном содержании K_2O , превышающем мольное количество C_3A более, чем в 3 раза, разложение трехкальциевого алюмината протекает не полностью, а остается в виде твердого раствора (рис 1в).

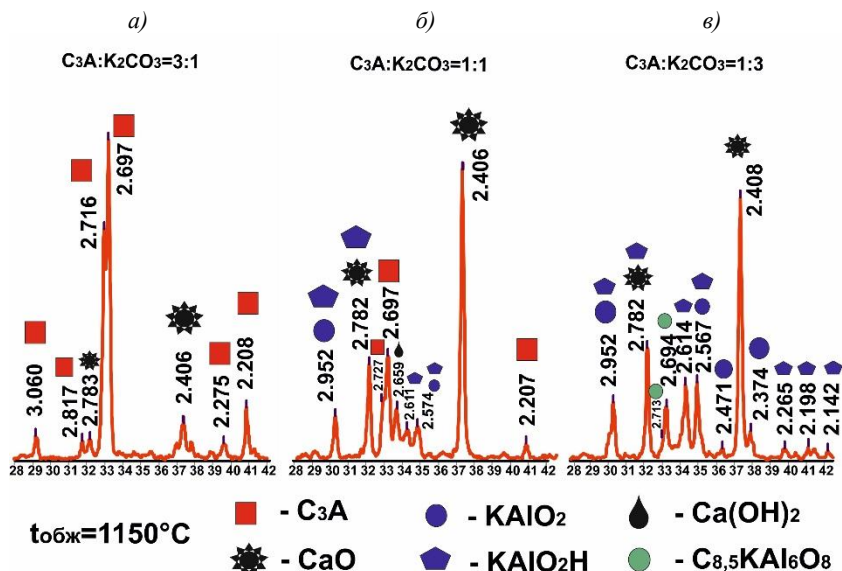
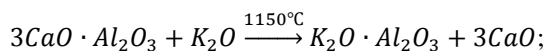


Рисунок 1 - Особенности взаимодействия C₃A с K₂O при 1150°C и изотермической выдержке 10 минут, где а – смесь с мольным количеством исходных компонентов 3:1; б – смесь с мольным количеством исходных компонентов 1:1; в – смесь с мольным количеством исходных компонентов 1:3

Выводы:

1. Оксид калия взаимодействует с клинкерным минералом C₃A в интервале температур обжига от 1100 до 1300°C по следующей химической реакции:



2. При 1150°C и мольном содержании K₂O, превышающем мольное содержание C₃A в исходных смесях более чем в 3 раза, разложение трехкальциевого алюмината протекает не до конца, а с образованием твердых растворов K₂O в 3CaO·Al₂O₃.

Список литературы:

1. Классен В. К. Обжиг цементного клинкера. Красноярск.: Стройиздат, 1994. 323 с.
2. Классен В.К., Долгова Е.П. Хлориды щелочных металлов в производстве цемента: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 182 с.
3. Лугинина И.Г. Избранные труды. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2002. 302 с.
4. Таймасов Б.Т., Классен В.К. Химическая технология вяжущих материалов: учебник. – 2-е изд., доп. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. 448 с.
5. Классен В.К. Технология портландцемента: избранные труды. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. 530 с.
6. Ходоров Е.И., Корольков А.В. Циркуляция летучих соединений во вращающихся печах с теплообменниками и декарбонизатором // Цемент, 1984. №1. С. 13 – 15.
7. Тейлор Х. Химия цемента; пер. с англ. М.: Мир, 1996. 560 с.
8. Викторенков В.И., Волконский Б.В. Циркуляция щелочей в печах с циклонными теплообменниками // Цемент, 1965. №6. С. 12 – 14.
9. Горшков, В.С., Тимашев В.В. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.:Высш. школа, 1963. 287 с.
10. Шамшуров В.М. Рентгенофазовый анализ: метод. указания к выполнению лабораторных и научно-исследовательских работ для студентов специальности 250800-Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1998. 48 с.
11. Энергосберегающая технология строительных материалов: сб. тр. / под. ред. В.Д. Барбаниягрэ, Л.Н. Балятинская, Н.М. Баранников, А.Н. Классен, Г.П. Поляков, Л.А. Дейнека. Белгород: БТИСМ, 1988. 166 с.

СЫРЬЕВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПРИАРАЛЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА В УЗБЕКИСТАНЕ

Жуманиязов М.Ж.,
Бабаев З.К.,
Ходжаев А.Ш.,
Юсупова М.Р.

Ургенчский государственный университет

Аннотация. В результате проведенных исследований установлена возможность широкомасштабной организации производства портландцемента в условиях Приаралья, в качестве сырьевых материалов для которого могут служить новые местные источники минеральных ресурсов, что несомненно будет отражаться в снижении себестоимости получаемой продукции.

Ключевые слова: промышленность, строительным материалом, цемент, портландцемент, портландцементного клинкер.

Развитие строительной индустрии Республики Узбекистан, прежде всего, было связано с поддержанием достойного уровня жизни населения страны, решением жилищного вопроса, обеспечением доступным и комфортным жильём. В предложенной Президентом Ш. Мирзиёевым Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах особое место уделено отрасли стройиндустрии как локомотиву экономики по дальнейшему ускоренному развитию строительства зданий и сооружений, новых объектов промышленности и субъектов частного предпринимательства, железных и автомобильных дорог, жилых домов. Регион Приаралья отличается не только экологическими факторами, но здесь имеется огромный дефицит к строительным материалам, в том числе портландцемента.

По итогам 9 месяцев 2018 года потребление цемента в Узбекистане составило около 8,2 млн. тонн, что на 13% больше, чем за аналогичный период предыдущего года. В том числе по итогам 3-го квартала текущего года потребление цемента в стране выросло на 19%. На протяжении всего текущего года баланс «производство-потребление» цемента в Узбекистане оставался стабильно отрицательным, т.е. объемы потребления цемента в стране превышали уровень его производства. Дефицит цемента по итогам 9 месяцев составил свыше 2 млн. тонн. При этом на фоне 5% снижения объемов производства импорт цемента за 9 месяцев 2018 г. вырос почти в 3 раза. По состоянию на конец сентября

текущего года средняя цена приобретения цемента в Узбекистане выросла почти на 25% к уровню декабря предыдущего года. За аналогичный период 2017 года рост цен составил всего 11%. При этом на протяжении всего текущего года отмечается ускорение темпов роста цен на цемент. По состоянию на сентябрь 2018 года средняя цена приобретения цемента в стране составила 738 306 сум/т. или больше 90 долларов США. Для снижения дефицита портландцемента правительством Узбекистана в условиях Приаралья принимаются конкретные меры, в том числе организация производства портландцемента в регионах, примером которого является «Каракалпакцемент», построенный в Караузакском районе Республики Каракалпакстан. Также в этом регионе готовится к запуску новый завод - СП ООО «Титан цемент», основными сырьевыми ресурсами которого являются местные минеральные ресурсы из горной системы «Султан Увайс».

Как известно, для получения портландцементного клинкера требуемого состава в сырьевую смесь добавляют несколько компонентов - карбонатные и глинистые горные породы [1]. Наряду с сырьевыми материалами природного происхождения применяются отходы промышленности [2]. Кроме того, в производстве портландцемента используются различные корректирующие добавки. К химическому составу глинистых пород предъявляют следующие требования: количество СаО не ограничивается; допустимое содержание MgO зависит от размера его в известковом компоненте с учетом того, что в клинкере содержание MgO должно быть не более 5 %; количество Na₂O и K₂O в сумме не более 1 % [1]. Корректирующие добавки применяют для получения сырьевой смеси заданного химического состава. Обычно для облегчения спекания клинкера стремятся понизить глиноземный модуль, повышая содержание оксида железа. В качестве железистых добавок используют колчеданные огарки, колошниковую пыль, железные руды [3]. Однако они, как правило, значительно увеличивают себестоимость сырьевой смеси, поэтому их применение ограничено.

Организация производства портландцемента в условиях Приаралья с точки зрения обеспечения сырьевых ресурсов является весьма перспективным, т.к. в регионе располагаются крупные залежи мергеля, известняка, глины, гематитов и др. Также имеются огромные запасы техногенного сырья, использование которых влияют на экологические проблемы региона. В нижеследующей таблице, даны краткие

характеристики основных сырьевых источников пригодных для производства портландцемента (см.табл.).

Кроме того, имеются большие запасы мергелей в Турткульском районе (хр. Калатау) и Хазараспском районе (Саримой), известняка в участке Учучок (Хазараспский район), а также отходы производства. К отходам можно отнести дефекаат сахарного производства, который образуется в АО «Хоразм шакар». До настоящего времени накопилось более 400 тыс. тонн сырья, при ежедневном выбросе 30-40 т. По применению дефекаата в производстве портландцемента имеется опыт российских ученых [5-6]. Также имеются необходимые запасы гематита, глежи, бентонитовых глин [7], которые могли бы использоваться как корректирующие добавки для портландцемента высокой морозной стойкости.

Из литературных источников [1] известно, что химический состав портландцементного клинкера сложен, но постоянен. Содержание отдельных оксидов колеблется в ограниченных пределах. Соотношения компонентов сырьевой смеси выбирают с таким расчётом, чтобы полученный при обжиге портландцементный клинкер имел следующий химический состав: CaO- 63- 68%; Al₂O₃ - 4-8%; SiO₂ - 19-24%; Fe₂O₃ - 2-6%. На основе данных, приведенных в таблице 2, нами был произведен расчет сырьевой смеси по методике Волженского [1]. В результате математических расчетов получен состав сырьевой смеси для производства портландцементного клинкера, отвечающего требованиям ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия» [8,9].

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность широкомасштабной организации производства портландцемента в условиях Приаралья, в качестве сырьевых материалов для которого могут служить новые местные источники минеральных ресурсов, что несомненно будет отражаться в снижении себестоимости получаемой продукции.

Таблица - Химический состав сырьевых ресурсов Приаралья для производства портландцемента

Месторождение	Содержание оксидов (в %)									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Ппп
Глина (Актау-Каратау)	65,25	13,65	4,70	3,54	1,38	0,10	1,45	3,45	0,47	7,23
Глина (Северо-Джамансайское)	62,60	15,06	5,99	0,70	1,54	0,12	1,53	2,70	1,16	8,20
Мергель (Порлитау)	14,83	7,33	3,05	42,12	0,78	-	-	-	0,33	35,70
Известняк (Куянчик)	2,32	1,49	0,50	55,25	2,18	-	-	-	следы	42,20
Известняк (Северо-Джамансайское-2)	0,55	0,11	0,085	53,06	0,01	-	0,03	0,03	0,10	43,41
Известняк (Северо-Джамансайское-1)	16,60	0,17	0,10	54,50	0,83	-	-	-	0,07	43,80
Известняк (Кунградское)	3,56	0,99	0,29	53,5	0,34	-	-	-	0,48	42,20
Известняк (Аксайское)	2,35	0,24	0,18	50,70	3,18	-	0,10	0,10	0,10	42,90
Известняк (Устюртское)	0,01	0,41	0,52	51,40	0,66	-	-	-	0,89	46,10
Известняк (Актау)	0,38	0,30	0,18	55,50	-	-	-	-	-	52,20

Список литературы:

1. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. «Минеральные вяжущие вещества». М.: Стройиздат, 2009. - 358 с.
2. Холин И.И. Справочник по производству цемента. – М.: Книга по требованию, 2012. - 854 с.
3. Шмитько Е. И., Крылова А. В., Шаталова В. В. Химия цемента и вяжущих веществ; Проспект Науки - Москва, 2010. - 208 с.
4. Классен В.К., Классен А.Н., Беляева М.В., Киреев Ю.Н. Использование отхода сахарного производства для получения цемента по мокрому способу // Успехи современного естествознания – 2009 - №5. – с.23-26.
5. Тершин В.Н. Строительные материалы с использованием известковых отходов сахарного производства: Дис...канд.техн. наук 05.23.05. Новосибирск, 2004. 142 с.
6. Сводный обзор месторождений и проявлений твердых полезных ископаемых Республики Каракалпакстан. - Ташкент 2001-388 с.
7. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
8. ГОСТ 5382-91. Цементы и материалы цементного производства.

КИСЛОТНО-ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТИ НАПОЛНИТЕЛЯ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ-УНОСА ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Зайченко Н.М., д-р техн. наук, профессор,
Нефедов В.В., ассистент

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Целью исследования является усиление межфазного взаимодействия в полимерном композите за счет контролируемого изменения кислотно-основных характеристик поверхности наполнителя, путем обработки его поверхности растворами серной и азотной кислот. Для изучения кислотно-основных центров на поверхности наполнителя была применена методика адсорбции индикаторов на поверхности твердых веществ из водной среды.

Ключевые слова: полимерный композит, кислотно-основные характеристики, полиэтилентерефталат, зола-уноса.

Разрабатываемый полимерный композит включает в себя в качестве дисперсной фазы (наполнителя) золу-уноса Зуевской теплоэлектростанции (г. Зугрэс), в качестве непрерывной фазы (связующего) - вторичный полиэтилентерефталат (переработанная ПЭТФ-тара).

Важной характеристикой, отражающей реакционную способность поверхности фаз композитов в донорно-акцепторных взаимодействиях, являются кислотно-основные свойства [1]. Наиболее сильное взаимодействие достигается тогда, когда один из контактирующих материалов фаз обладает преимущественно кислотными, а другой – основными свойствами [2,3]. Согласно [4], если фазы нейтральны или обе фазы имеют только основные (или только кислотные характеристики), то кислотно-основные взаимодействия не наблюдаются.

Ранее, на основании изучения кислотно-основных составляющих свободной поверхностной энергии, используемого для изготовления связующего вторичного полиэтилентерефталата, был установлен её преимущественно основной характер [5]. Соответственно, для эффективного кислотно-основного взаимодействия поверхность наполнителя должна иметь преимущественно кислотные характеристики.

С целью направленного изменения кислотно-основных характеристик золы-уноса, в частности увеличения концентрации поверхностных кислотных центров адсорбции был применён метод обработки частиц наполнителя растворами кислот. Навеска золы-уноса помещалась в растворы азотной (HNO_3) и серной (H_2SO_4) кислот с концентрацией 1,3 и 5% в течении 1 часа при температуре 20 ± 2 °С. Далее навеска высушивалась при температуре 105-110 °С и охлаждалась.

Для выявления распределения и концентрации кислотно-основных центров на поверхности частиц золы-уноса использовался спектрофотометрический метод адсорбции индикаторов с различными значениями pK_a [1]. Данный метод основан на адсорбции одноосновных индикаторов на поверхности твердых веществ из водной среды.

Адсорбция индикатора в условиях анализа происходит как на центрах Бренстеда, так и на центрах Льюиса, на которых адсорбированы молекулы воды в соответствии с его значением pK_a . Количественное определение в результате дает суммарное содержание на поверхности исследуемого образца кислотно-основных центров адсорбции Льюиса и Бренстеда [6].

Количественное определение активных центров адсорбции проводилось в УФ- и видимой областях спектра с использованием спектрофотометра ПЭ-5400УФ. Растворы фотометрировались при длине волны, соответствующей максимальному поглощению каждого индикатора (λ_{max}). Исползованные индикаторы приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики использованных кислотно-основных индикаторов [6].

№	Название индикатора	pK_a	λ_{max} нм
1	2,4-динитроанилин	-4,4	340
2	о-нитроанилин	-0,3	410
3	Кристаллический фиолетовый	0,8	580
4	Бриллиантовый зеленый	1,3	610
5	Фуксин	2,1	540
6	м-нитроанилин	2,5	340
7	Метилловый оранжевый	3,5	460
8	Бромтимоловый синий	7,3	430
9	Феноловый красный	8,0	430
10	Тимоловый синий	8,8	430
11	Индигокармин	12,8	610

Содержание активных центров адсорбции, эквивалентное количеству адсорбированного индикатора, рассчитывалось по следующей формуле [6]:

$$q_{pKa} = \frac{C_{инд} \cdot V_{инд}}{D_0} \left(\left| \frac{D_0 - D_1}{a_1} \right| \pm \left| \frac{D_0 - D_2}{a_2} \right| \right) \quad (1)$$

где $C_{инд}$ - концентрация раствора индикатора, мг-моль/мл;

$V_{инд}$ - объем раствора индикатора, мл;

D_1 - оптическая плотность раствора индикатора до сорбции;

D_2 - оптическая плотность раствора индикатора после сорбции;

D_0 - оптическая плотность раствора индикатора;

a_1 и a_2 – навески образцов при измерении оптических плотностей D_1 и

D_2 , соответственно.

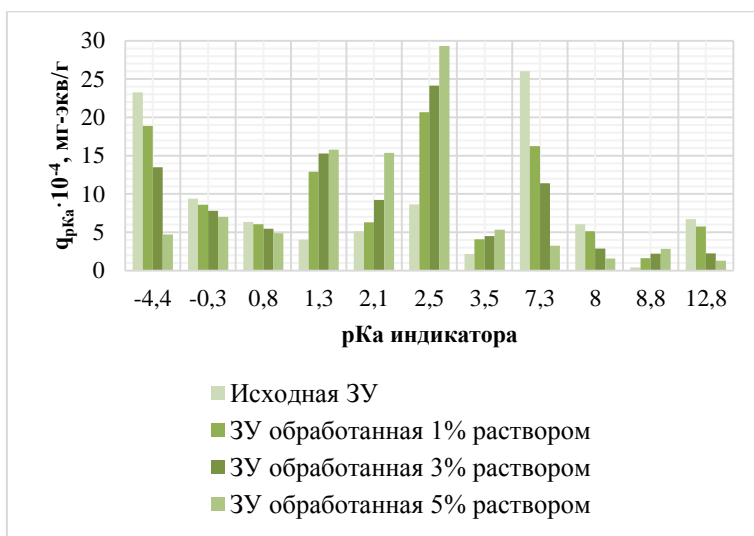


Рисунок 1 - Содержание активных центров на поверхности золы-уноса (ЗУ), обработанной растворами H_2SO_4

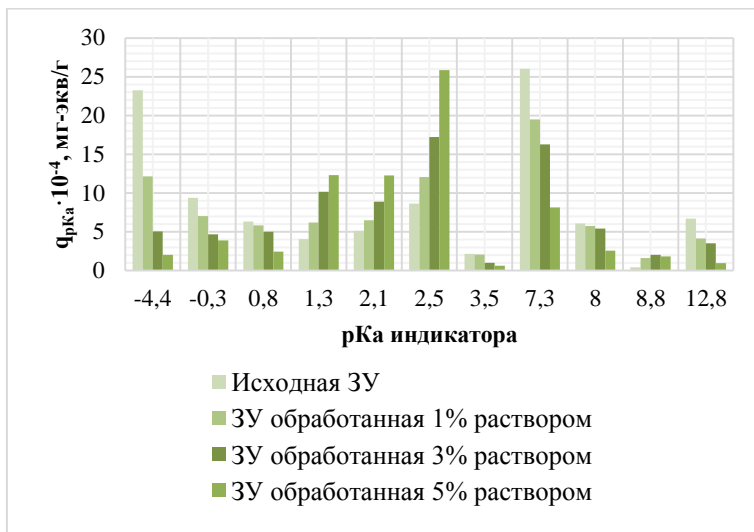


Рисунок 2 - Содержание активных центров на поверхности золы-уноса (ЗУ), обработанной растворами HNO_3

Исходя из полученных результатов для исходной золы-уноса преимущественными являются кислотные центры адсорбции Льюиса ($pK_a = -4,4; -0,3$), кислотные ($pK_a = +2,5$) и основные ($pK_a = +7,3$) центры Бренстеда.

После обработки наполнителя с увеличением концентрации кислот в растворах наблюдалось значительное увеличение концентрации кислотных центров ($pK_a = +1,3; 2,1; 2,5$) Бренстеда, а также снижение концентрации основных центров ($pK_a = +7,3$).

Полученные результаты свидетельствуют о возможности применения приведенного метода обработки наполнителя для усиления межфазного взаимодействия в разрабатываемом композите.

Список литературы:

1. Танабе К. Твердые кислоты и основания – М.: Мир, 1973. - 156 с.
2. Van Oss C. J. Additive and nonadditive surface tension components and the interpretation of contact angles / C. J. Van Oss, R. J. Good., M. K. Chaudhury. // Langmuir. - 1988. - № 4. - P. 884 - 891.
3. Van Oss C. J., Good R. J. Estimation of the polar surface tension parameters of glycerol and formamide, for use in contact angle

- measurements on polar solids / C. J. Van Oss, R. J. Good R. J. // J. Dispersion Science and technology. - 1990. - №11. - P. 75 – 81.
4. Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание – М.: Химия, 1974. - 414 с.
 5. Zaichenko N. Composite material based on the polyethylene terephthalate polymer and modified fly ash filler [Электронный ресурс] / N. Zaichenko, V. Nefedov // International Scientific Conference on Energy, Environmental and Construction Engineering (EECE-2018): MATEC Web of Conferences. 2018, Vol. 245, 03007 – URL: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201824503007>
 6. Сычев М.М., Минакова Т.С., Слизов Ю.Г., Шилова О.А. Кислотно-основные характеристики поверхности твердых тел и управление свойствами материалов и композитов. – СПб.: Химиздат, 2016. – 276 с.

К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ СОСТАВА МНОГОФАЗОВЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Клименко В.Г., канд. техн. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье представлены результаты многолетних исследований автора в области многофазовых гипсовых вяжущих и материалов на их основе. Выделены и проанализированы основные факторы и параметры, влияющие на свойства вяжущих, сформулированы критерии подбора составов многофазовых гипсовых вяжущих. Предложены составы и области применения композиций с дисперсными наполнителями.

Ключевые слова: строительный гипс, ангидрит, многофазовые гипсовые вяжущие, отходы стеклобоя, железорудный концентрат.

Отличительной особенностью современного уровня развития общества является широкое использование композиционных материалов, имеющих неоспоримые преимущества перед обычными материалами. Стройиндустрия в этом плане не является исключением. Обществу требуются экологически чистые, комфортные для проживания, эстетически привлекательные материалы с улучшенными физико-механическими и санитарно-гигиеническими характеристиками. Примером таких материалов могут служить сухие гипсовые строительные смеси, использование которых как в России, так и в зарубежных странах имеет постоянную тенденцию к расширению.

Для дальнейшего наращивания объемов применения сухих гипсовых смесей в нашей стране значительный практический интерес представляет расширение их номенклатуры, в том числе за счет использования в составах нерастворимого ангидрита, и получения вяжущих с изменяющимся фазовым составом. При производстве сухих строительных смесей отечественные производители не используют высокообжиговые модификации гипса.

Несмотря на кажущуюся простоту гипсовых систем химизм процессов, протекающих при гидратации и твердении композиционных материалах на основе сульфата кальция, выяснен не до конца. Есть вопросы по роли двойных и комплексных солей в технологии получения гипсовых вяжущих веществ, роли различных фаз сульфата кальция в гипсоангидритовых системах, влиянии структурно-фазовых переходов термообработанных активаторов на прочность

нерастворимого ангидрита, роли ультра - и нанодисперсных добавок на структурно-тектурные характеристики композиционных гипсосодержащих материалов. Кроме того, сведения о взаимном влиянии различных фаз сульфата кальция на свойства вяжущих веществ часто противоречивы и не систематизированы, отсутствуют критерии проектирования составов таких вяжущих, что затрудняет их производство. Все это и определяет актуальность работ по обобщению и систематизации сведений о получении отечественных ангидритосодержащих многофазовых гипсовых вяжущих и сухих строительных смесей на их основе, разработке теоретических положений проектирования составов таких материалов чему и посвящена данная работа.

В качестве исходных материалов исследованы природный и синтетический гипс, термический нерастворимый ангидрит ($\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$), строительный гипс ($\beta\text{-CaSO}_4\cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$), многофазовые гипсовые вяжущие (МГВ), железорудный концентрат Лебединского ГОКа (ЖК), отходы флинтгов (К-СТБ) и тарного стеклобоя (Na-СТБ).

При проектировании составов композиционных ангидритсодержащих материалов необходимо рассматривать их как многофазную, взаимосвязанную и взаимозависимую систему, состоящую из таких компонентов как: $\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$, гипс ($\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$), $\text{CaSO}_4\cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4\cdot\text{III}$, супер- и гиперпластификаторы, нано- и ультрадисперсные добавки и вода (см. рис). Состояние этой системы будет зависеть как от свойств отдельных компонентов, так и от их взаимного влияния – явлений синергизма и антагонизма.

Основной компонент многофазовых и ангидритовых вяжущих – это минерал $\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$. Его свойства во многом определяются условиями получения. При дегидратации в структуре гипса образуются электродонорные и электроакцепторные центры за счет свободных орбиталей ионов Ca^{2+} и неподеленных электронных пар SO_4^{2-} групп. В зависимости от соотношения этих центров поверхность сульфата кальция может проявлять кислотные, основные или амфотерные свойства [1]. $\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$, полученный из природного гипсового сырья, имеет щелочную реакцию среды, а из техногенного гипса х.ч. – нейтральную.

Добавки $\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$ в различные формы сульфата кальция улучшают их физико-механические характеристики, увеличивают сроки схватывания, понижают В/Г, часть $\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$ выступает в качестве активного наполнителя и центров кристаллизации гипса. Характер влияния $\text{CaSO}_4\cdot\text{II}$ на продукты термообработки гипса зависит от

генезиса гипсового сырья, количества остаточной гидратной воды, природы и количества примесей, фазового состава сульфата кальция, свойств CaSO_4 II. При проектировании МГВ необходимо в смеси с CaSO_4 II использовать β – CaSO_4 III или β – обезвоженный полугидрат сульфата кальция, а не β – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ [2].

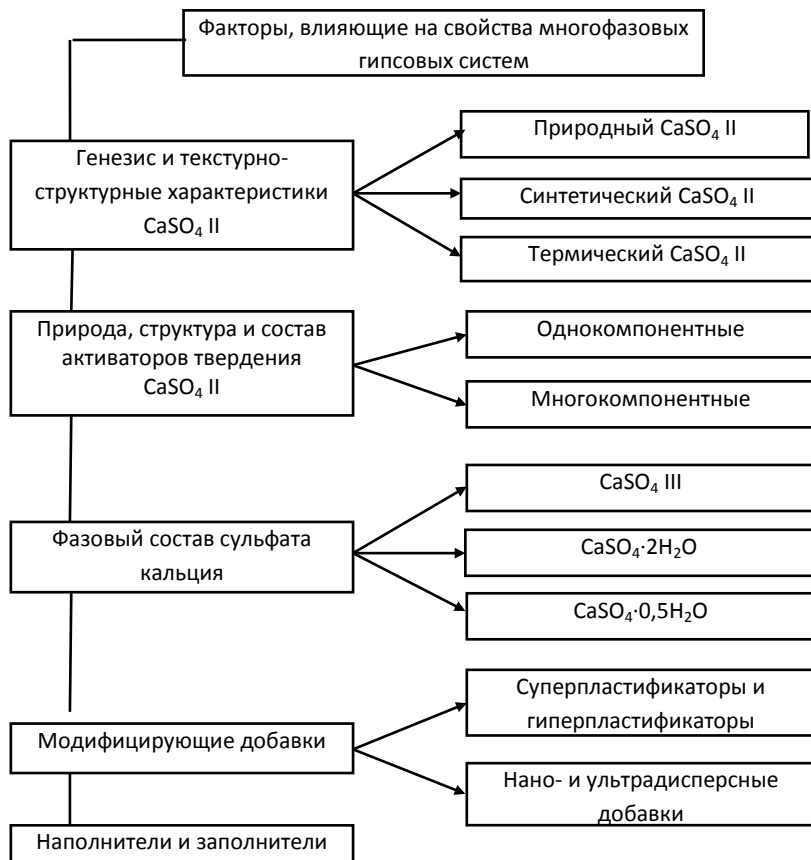


Рисунок - Основные факторы, влияющие на свойства многофазовых гипсовых систем

Определяющим параметром, влияющим на гидратацию CaSO_4 II, является кислотно-основной баланс среды. При этом добавки,

создающие кислую среду, должны содержать избыток ионов SO_4^{2-} , а добавки, создающие щелочную среду – избыток ионов Ca^{+2} . Такие условия способствуют ускорению процесса растворения и гидратации $\text{CaSO}_4 \cdot \text{II}$. Установлено, что pH жидкости затворения по-разному влияет на механическую прочность гипсовых вяжущих [3]. Для высокообжиговых гипсовых вяжущих это влияние более выражено, чем для низкообжиговых. Исследования, проведенные нами на различных гипсовых вяжущих, показывают, что механическая прочность зависит от активности воды затворения и вида вяжущего. Причем эта зависимость имеет явно выраженные экстремумы. В кислой среде оптимальным является pH жидкости затворения 4,0-6,0, а в щелочной - 9,0-10,0. Значительное падение прочности наблюдается при величине pH воды затворения меньше 3 и больше 11. При этом прочность вяжущих, затворенных кислыми растворами выше, чем прочность вяжущих, затворенных щелочными растворами.

Особую роль в технологии композиционных и многофазовых гипсовых вяжущих играют двойные и комплексные соли. С одной стороны, они выступают как многокомпонентные активаторы твердения $\text{CaSO}_4 \cdot \text{II}$, ускоряющие его гидратацию и структурообразование. С другой стороны – двойные соли выступают как коагулирующий агент поровой структуры, снижающий образование высолов на поверхности строительных материалов. Не все двойные соли образуются в гипсоангидритовых системах. Сингенит и коктаит образуются легче, а глауберит и гидроглауберит – тяжелее. На образование двойных солей существенное влияние оказывает форма сульфата кальция и внешние параметры.

Не менее важной составляющей частью вяжущего являются активаторы твердения ангидрита, нано - и ультрадисперсные добавки, влияющие на текстурно-структурные характеристики материала. И, наконец, вода. Она выступает и как среда, и как реагент.

Комплексное действие различных факторов на ангидритовые системы заключается во взаимосвязи и взаимодействии основных компонентов и процессов, протекающих в твердеющей системе. Так скорость растворения $\text{CaSO}_4 \cdot \text{II}$ зависит от растворимости фаз сульфата кальция, диффузионного и кинетического сопротивления процесса растворения. На скорость кристаллизации $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ влияет степень пересыщения и величина пересыщения, которые, в свою очередь, влияют на процесс образования зародышей кристаллизации, форму и линейные размеры кристаллов.

Рассматривая влияние нано - и ультрадисперсных добавок на свойства гипсовых вяжущих, нужно иметь в виду, что механизм действия добавок во многом зависит от их гранулометрии. Для крупнодисперсных составов решающую роль имеет создание оптимальной упаковки структуры материала [4]. Для тонкодисперсных составов определяющим фактором является состав образующихся при растворении в воде продуктов. В основном это продукты кислотно-основного взаимодействия составляющих частей добавок и сульфата кальция (сингенит, гидроглауберит, коктаит и др.).

При проектировании комбинированных и многофазовых вяжущих необходимо добиваться кристаллизационного механизма гидратации сульфата кальция, а не твердофазной гидратации, которая не дает плотной структуры камня. Различия в микроструктуре вяжущих определяются различными механизмами гидратации вяжущих. А все это вместе отражается на физико-механических характеристиках композиционных материалов. Используя МГВ вместо монофазовых вяжущих и микронаполнители можно оптимизировать структуру композиционных материалов [5, 6].

Разработанные теоретические положения были использованы при подборе составов многокомпонентных гипсовых вяжущих и композиционных материалов на их основе.

Список литературы:

1. Клименко В.Г. Многофазовые гипсовые вяжущие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 198 с.
2. Клименко В.Г. Активаторы твердения ангидрита на основе продуктов термообработки гипса // Известия вузов. Строительство. 2011. № 4. С. 21 – 28.
3. Klimenko V.G., Pavlenko V.I., Gasanov S.K. The Role of pH Medium in Forming Binding Substances on Base of Calcium Sulphate // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013 – 17(8). С. 1169 – 1175. ISSN 1990-9233.
4. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсосодержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия вузов. Строительство. 2012. № 4. С. 3 – 11.
5. Klimenko V.G., Kashin G.A., Prikaznova T.A. Plaster-based magnetite composite materials in construction // IOP Conf. Series Materials Science and 327 (2018) 032029 doi:10.1088/1757-899X/327/3/032029.
6. Клименко В.Г., Павленко В.И., Гасанов С.К. Модифицирование многофазовых гипсовых вяжущих отходами тарного стеклобоя // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2014. № 3. С. 35 – 39.

МУЛЛИТСОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ АКТИВНОГО КРЕМНЕЗЕМА

Косенко Н.Ф., д-р техн. наук, профессор,
Филатова Н.В., канд. хим. наук, доцент,
Пимков Ю.В., канд. хим. наук
*Ивановский государственный
химико-технологический университет*

Аннотация. Изучены композиционные материалы, состоящие из диатомита /микрокремнезема и муллитообразующей связки, которые получали обжигом при 1200 °С. Синтезированные материалы характеризуются высокой прочностью за счет образования муллита и достаточной пористостью, поэтому могут стать основой композитов теплоизоляционно-конструкционного назначения.

Ключевые слова: диатомит, микрокремнезем, муллитообразующая связка, композиты.

Высокоактивные вещества кремнеземистого состава с развитой поверхностью способны формировать прочный искусственный камень с низкой плотностью. В целях установления возможности синтеза материалов теплоизоляционного /теплоизоляционно-конструкционного назначения были изучены диатомит (удельная поверхность 2550 м²/кг) и микрокремнезем (752 м²/кг) в сочетании муллитообразующей связкой (МОС). Связку в виде суспензии получали осаждением карбамидом из растворов солей Na₂SiO₃ и AlCl₃ [1].

Было установлено, что получаемые композиты имеют высокую прочность и значительную пористость (табл. 1, рис. 1-2).

Таблица 1 - Свойства композиционных материалов из активного кремнезема и МОС после обжига при 1200 °С (2 ч)

Содержание связки, %	Прочность при сжатии, МПа	Потеря при прокаливании, %	Огневая усадка, %	Пористость, %
Диатомит				
10-50	65-95	17-23	15-16	26-33
Микрокремнезем				
10-50	40-60	11-19	4-5	30-40

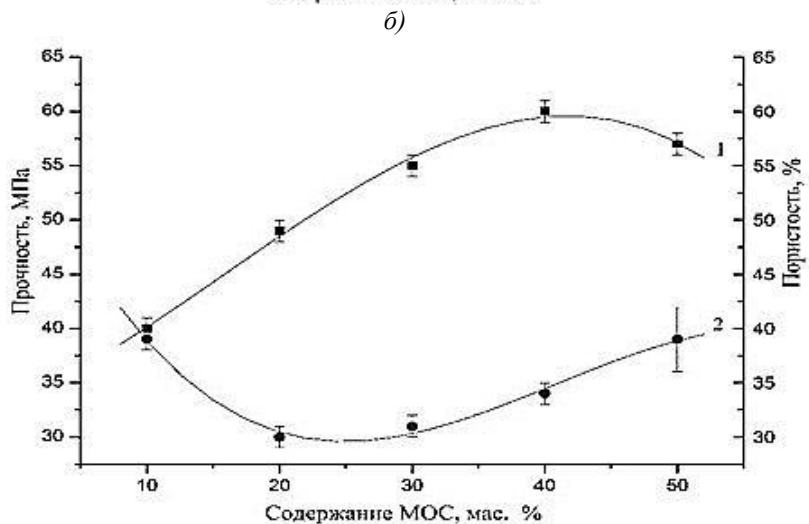
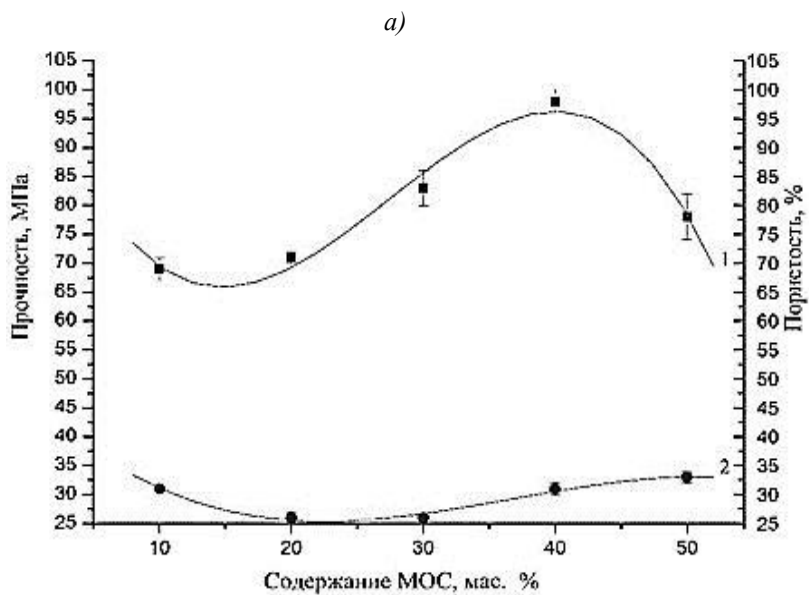


Рисунок 1- Прочность при сжатии (1) и открытая пористость (2) материала на основе диатомита (а) и микрокремнезема (б) и МОС после термообработки (1200 °С)

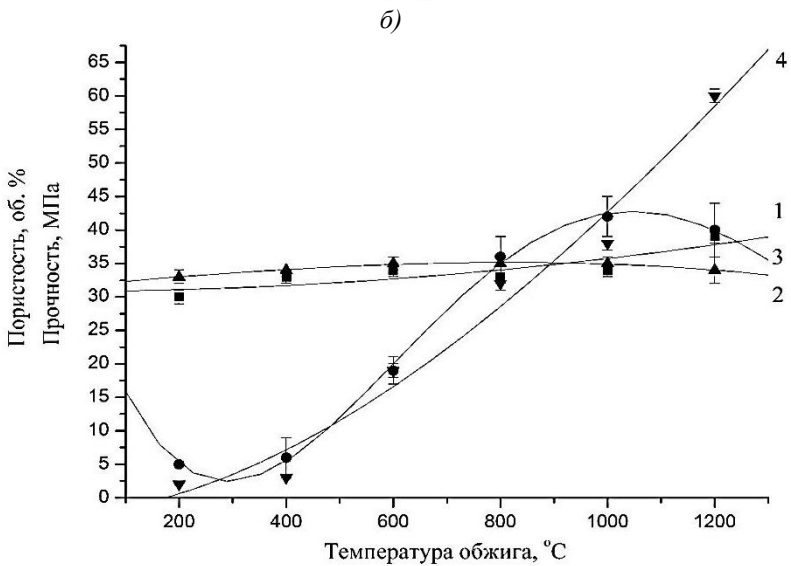
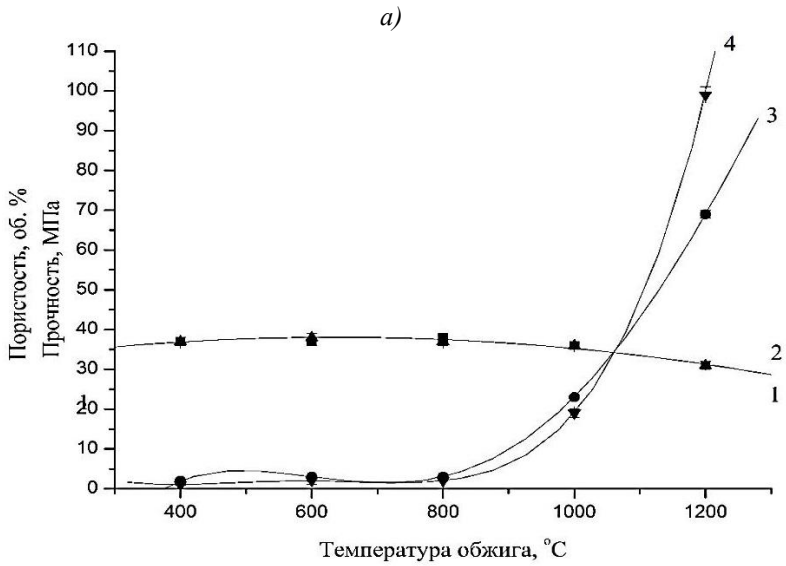


Рисунок 2 - Открытая пористость (1, 2) и прочность при сжатии (3, 4) материалов на основе диатомита (а), микрокремнезема (б) и МОС. Содержание МОС, %: 1, 3 – 10; 2, 4 – 40

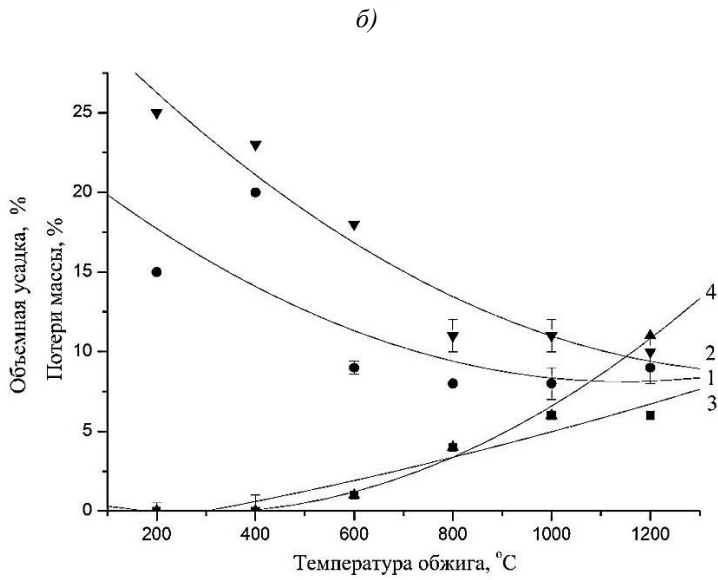
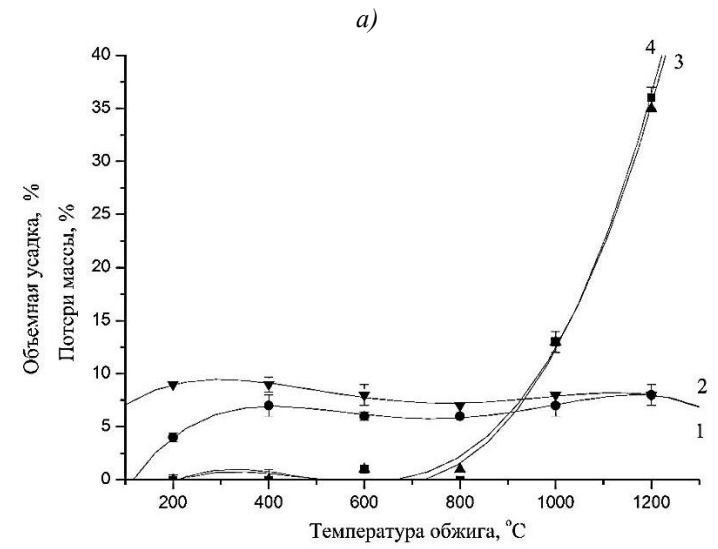


Рисунок 3 - Потери массы при прокаливании (1, 2) и объемная усадка (3, 4) материалов на основе диатомита (а), микрокремнезема (б) и МОС. Содержание МОС, %: 1, 3 – 10; 2, 4 – 40

Высокая прочность полученных материалов связана с присутствием активных компонентов кремнеземистого и глиноземистого состава в связующем, которые в процессе обжига формируют фазу муллита. Кроме того, алюмооксидный компонент, находясь в жидкой фазе, легко проникает в объем наполнителя на основе SiO_2 и вступает во взаимодействие с последним. В процессе последующей термообработки образуются кристаллики муллита. Таким образом, муллитовая матрица формируется не только на границе зерен, но и в порах и микротрещинах, что придает большую связанность и прочность конгломерату. То, что прочность обусловлена появлением муллита, подтверждается рентгенофазным анализом и упрочнением материалов при температурах 900°C и выше (рис. 2).

Высокие прочностные характеристики композитов можно получить в широких пределах содержания суспензии (рис. 1). Минимальная пористость материалов соответствует количеству МОС в пределах 20-40 %. Большая доля матрицы приводит к появлению заметных усадочных трещин, а значит, к увеличению открытой пористости и снижению прочности.

Слабая зависимость свойств материалов на основе диатомита от содержания МОС (рис. 2, 3, а), по-видимому, связано с высокой адсорбционной способностью наполнителя. Некоторые различия характерны для величин потери массы при прокаливании в области низких температур (рис. 3, а, кривые 1, 2), обусловленные испарением части влаги, введенной с суспензией. Большое содержание муллитообразующих компонентов способствует появлению дополнительного количества муллита, а значит, и приросту прочности при высоких температурах (рис. 2, а, кривые 3, 4).

Микрокремнезем состоит из оплавленных сфероидальных частиц, для которых характерна низкая адсорбционная способность, поэтому для материалов на основе микрокремнезема различия более выражены (рис. 2, 3, б).

Синтезированные материалы характеризуются высокой прочностью и достаточной пористостью, поэтому могут стать основой композитов теплоизоляционно-конструкционного назначения.

Список литературы:

1. Косенко, Н.Ф. Синтез и физико-химическое исследование муллитообразующей суспензии / Н.Ф. Косенко, Ю.В. Пимков, Н.В. Филатова // Изв. вузов. Химия и хим. технол. 2015. Т. 58. № 12. С.32-34.

ПЕНОПОЛИУРЕТАНОВАЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ С УЛУЧШЕННЫМИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

**Кочерженко А.В., аспирант,
Марушко М.В., аспирант,
Рябчевский И.С., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В настоящее время в России все большее значение уделяется актуальным вопросам энергосбережения и энергетической эффективности при строительстве жилых и общественных зданий. Действующие нормативно-правовые акты требуют решения вопросов, связанных с повышением энергоэффективности зданий. Одним из направлений решения поставленных задач является разработка и изготовление новых видов теплоизоляционных материалов. В работе рассмотрены и проанализированы свойства, преимущества пенополиуретана, его недостатки и способы повышения эксплуатационных свойств.

Ключевые слова: пенополиуретан, теплоизоляционный материал, энергосбережение, энергоэффективность, теплопроводность, горючесть, эксплуатационные свойства

В России представлен большой выбор теплоизоляционных материалов. Выбор материала для теплоизоляции определяется назначением объекта капитального строительства, целесообразностью способа его защиты при проведении реконструкционных работ или капитальном ремонте, технологичностью и доступностью материала. Основным критерием выбора является соответствие долговечности теплоизолирующего и основного строительного материала.

Нормативные и технические требования к теплоизоляционным материалам, применяемым в стране, регламентируют следующие их свойства: негорючесть, низкая теплопроводность, эффективные водоотталкивающие свойства, надежность и долговечность в различных условиях эксплуатации и другие [1...3].

Современные строительные теплоизоляционные материалы и системы используются в утеплении несущих и ограждающих конструкций, фасадов, кровель, изоляции элементов инженерных систем и других. Требования к физико-техническим характеристикам изолирующих материалов и могут значительно различаться в связи с условиями эксплуатации конструкций. Сравнительные характеристики

плотности и теплопроводности используемых материалов представлены на рис.

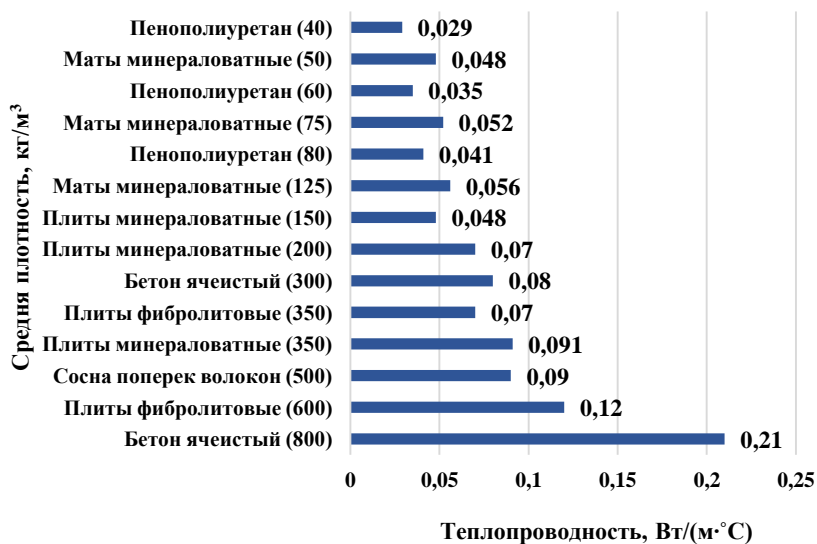


Рисунок - Теплопроводность материалов в зависимости от их вида и средней плотности

Среди обширного ассортимента теплоизоляционных материалов жесткие пенополиуретаны (ППУ) является наиболее высокоэффективным теплоизоляционным материалом с уникальным комплексом физико-механических свойств (см. рис. и табл. 1).

Одним из наиболее важных достоинств ППУ является одностадийный процесс получения изделий из данного материала методом напыления или заливки. Вспенивание и, в последующем, его отвердевание происходит без дополнительного подогрева в результате экзотермической реакции синтеза, которая протекает при смешении двух, трех или четырех жидких компонентов при его одновременном сцеплением с облицовочным материалом [4].

Пенополиуретан имеет хорошую адгезию ко многим материалам, в том числе к алюминию, стали, бетону, кирпичу, гипсоволокнистым плитам и некоторым пластикам [5].

Но главным недостатком полимерных теплоизоляционных материалов является пожароопасность, сравнительно низкая

огнестойкость. Пенополистиролы и пенополиуретаны изменяют свою структуру при воздействии температур, превышающих 50 °С, и теряют сопротивление теплопередачи. При пожаре способствуют распространению пламени и разрушению конструкции, что ограничивает область их применения и требует принятия специальных технических решений, обеспечивающих пожаробезопасность [6...8].

Таблица 1 - Физико-механические свойства пенополиуретана

Показатель	Значение
Плотность, кг/м ³	30...80
Предел прочности, МПа:	
на сжатие	0,1...0,7
на изгиб	0,15...1,0
на растяжение	0,1...0,6
Водопоглощение, %	
в течение 24 час при полном погружении	1...3
в течение 7 час при кипячении	4...10
Влагопоглощение, %	0,05...0,3
Коэффициент паропроницаемости, мг/м·час·Па	30...100
Группа горючести по ГОСТ 30244-94	Г4
Группа воспламеняемости по ГОСТ 30402-96	В2, В3
Группа по распространению пламени по ГОСТ 30444-97	РП2, РП3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С)	0,018...0,03

Для повышения эксплуатационных свойств пенополиуретана, в частности уменьшения горючести, проведены исследования по применению принципов физической модификации за счет введения наполнителя. Физико-механические характеристики пенополиуретанов определяются как параметрами, характеризующими ячеистую структуру, так и механическими свойствами полимерной матрицы [9, 10].

В ходе исследований были обоснованы для применения наиболее распространенные в Белгородской области и экономически целесообразные промышленные отходы в виде хвостов из хвостохранилищ Стойленского и Лебединского ГОКов [11...13].

Испытания проводились в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-89 и результаты, полученные в ходе проведения исследований, представлены в табл. 2.

Исследования показали, что введение техногенного сырья в качестве наполнителя в пенополиуретане позволяет уменьшить горючесть утеплителя. При этом наиболее оптимальные результаты

достигаются при концентрации хвостов в утеплителе в пределах 35...50 %.

Таблица 2 - Результаты испытаний образцов на установке ОТМ

№ п/п	Содержание наполнителя мас, %	Температура реакционной камеры до введения образца, °С	Максимальная температура газообразных продуктов горения, °С	Время достижения максимальной температуры, °С	Масса образца, г		Потеря массы образца, %
					до испытания	после испытания	
1	0	200	645	20	6,55	1,07	83,5
2	20	200	631	25	8,12	2,85	65,3
3	30	200	610	30	10,50	4,75	54,7
4	40	200	567	27	12,36	6,08	50,1
5	50	200	502	23	15,03	7,91	47,3

Анализ современных теплоизоляционных материалов позволил сделать вывод о том, что наиболее эффективным теплоизоляционным материалом является пенополиуретановый утеплитель, поскольку он имеет малую теплопроводность и водопоглощение, отличается гигроскопичностью, термической стойкостью, легкостью, химической стойкостью, меньшей горючестью при введении техногенного сырья в качестве наполнителя, а также широкой областью применения. Однако, необходимо помнить, что процесс окончательного выбора того или иного материала должен быть неразрывно связан с его эксплуатационными характеристиками.

Список литературы:

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации (с изм. и доп., вступ. в силу с 16.01.2019): Федеральный закон от 23.11.2009 №261-ФЗ (ред. от 27.12.2018) // Собрание законодательства РФ, 30.11.2009, №48, ст. 5711.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий / Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 // Официальное издание. - М.: Минрегион России, 2012. 94 с.
3. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Нормативно-правовое регулирование жилищного строительства в России // В сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в строительстве» (к 45-летию

- кафедры строительства и городского хозяйства. – Белгород. 2017. С. 196-205.
4. Зарубина Л. П. Теплоизоляция зданий и сооружений. Материалы и технологии. 2-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 416 с.
 5. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.
 6. Асеева Р.М., Заиков Г.Е. Снижение горючести полимерных материалов // Новое в жизни, науке и технике. Сер. «Химия» М.: Знание, 1981. №10. 64 с.
 7. Кодолов В.И. Горючесть и огнестойкость полимерных материалов. М.: Химия. 1976. 160с.
 8. Романенков И.Г., Зигерн-Корн В.Н. Огнестойкость строительных конструкций из эффективных материалов. М. Стройиздат, 1984. 240с.
 9. Кац Г.С., Милевски Д.В. Наполнители для полимерных композиционных материалов: Справочное пособие / Пер. с англ. под редакцией П.Г. Бабаевского.-М.: Химия, 1981. 736 с.
 10. Корсаков В.Г. Физико-химическая аттестация наполнителей и прогнозирование свойств наполненных полимеров / В.Г. Корсаков, И.К. Ярцев, В.М. Барановский, А.В. Черенков, Л.И. Девкина, Э.М. Макаровская, И.А. Мезенцева, М.Н. Цветкова // Пластические массы. 1980. № 12. С. 29-31.
 11. Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В., Марушко М.В. Теплоизоляционный композит на основе местных неорганических наполнителей // В сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Наукоёмкие технологии и инновации». – Белгород, 2016. С. 185-189.
 12. Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В. Исследование влияния природных наполнителей на кратность вспенивания утеплителей на основе пенополиуретана // В сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в строительстве» (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства). – Белгород, 2017. С. 185-190.
 13. Сулейманова Л.А., Кочерженко А.В., Апанасенко И.А. Влияние наполнителей из техногенного сырья Белгородской области на горючесть утеплителя на основе пенополиуретана // В сборнике докладов Международной научно-практической конференции (к 165-летию со дня рождения В.Г. Шухова) «Наука и инновации в строительстве». – Белгород, 2018. С. 418-422.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ НИХРОМОВЫХ СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОРРОЗИИ

Лазарева Е.А., канд. техн. наук, доцент

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М. И. Платова

Аннотация. Представлены результаты использования изделий из никромовых сплавов в условиях высоких температур в промышленности. Приведены результаты анализа исследований в области разработки составов и способов нанесения высокотемпературных покрытий для защиты различных металлов и сплавов. Обозначена актуальность разработок жаростойких ситалловых покрытий для защиты никромовых сплавов.

Ключевые слова: ситалловые покрытия, никромовые сплавы, высокотемпературная защита от коррозии, детали эмальобжиговых печей, механизм деградации.

Как известно, развитие науки и техники связано с использованием высоких температур. В связи с этим важнейшей научно-технической задачей является создание эффективной защиты для различных металлов от высокотемпературной газовой коррозии [1,2,3]. Выявлено, что значительная часть промышленных процессов протекают в агрессивной среде и при высоких температурах, высоком давлении, больших нагрузках на отдельные компоненты в присутствии окислительной и коррозионной атмосферы. Так, температура газовых потоков в условиях применения различных сплавов находится в пределах 850- 1650°C. Такие условия рабочих процессов выдерживают материалы, обладающие устойчивостью к воздействию высокой температуры в условиях нагрузки. В ходе эксплуатации структурные материалы отдельных компонентов деградируют. В дополнение к усталостным повреждениям материалы подвергаются окислению, коррозионному воздействию. Как известно, в высокотемпературных процессах материалы подвергаются воздействию не только кислорода, а также других составляющих агрессивных сред в форме газов CO_2 и SO_2 , расплавленных солей щелочных и щёлочноземельных сульфатов, хлоридов и твёрдых частиц в форме песка или сажи. Некоторые из этих составляющих являются отходами технологических процессов, другие поступают из внешней среды. Воздействие агрессивных факторов на поверхность металлов приводит к коррозии и эрозии, которые в свою

очередь, содействует уничтожению защитной оксидной плёнки. Коррозия материалов, вызванная расплавленными солями в окислительной газовой среде при высоких температурах, определена как высокотемпературная коррозия. Это результат ускоренного окисления при температурах от 700°C до 950°C, когда сплав покрывается плёнкой загрязняющих солей. В парообразном состоянии соли не агрессивны. Температурный диапазон, в котором происходит высокотемпературная коррозия, сильно зависит от химии солей и газов, а также от состава сплава и состояния его поверхностного слоя. Суммарное воздействие среды приводит к образованию твёрдых и расплавленных солей, оказывающих основное коррозионное воздействие [1, 2].

Подобные процессы происходят также с нихромовыми сплавами и изделиями из них, которые успешно используются во многих отраслях отечественной промышленности. К числу таких отраслей относится производство эмалированной посуды, где нихромовые сплавы применяются для нагревательных элементов лабораторных и электрических печей, а также в качестве обжигового инструмента. В соответствии с этим нихром должен обладать целым комплексом эксплуатационно-технических свойств, таких, как : термостойкость при смене температур, жаростойкость, постоянство формы изделий, технологичность при сварке и др. [3]. Как правило, для этих целей в настоящее время наиболее часто применяют нихромовые сплавы марок Х20Н80 и ХН78, а также изделия из них (рис.1).

При эксплуатации нихромов на предприятиях по выпуску эмалированной посуды обжиг изделий обычно проводится при 850 – 930 °С, атмосфера в печи, как правило, окислительная. Наибольшей агрессивностью по отношению к нихромовым электронагревателям и обжиговому инструменту обладают некоторые элементы шликера, легко проникающие при испарении в защитный слой окалины, в том числе различные соли, например, соединения кадмия. Вследствие этого происходит снижение ресурса работы изделий из нихромового сплава на 30 – 50 % [3]. Наглядно результаты деградации нихромовых сплавов вследствие их эксплуатации в условиях высоких температур представлены на рис.2. Опасность деградации нихромовых сплавов заключается в разрушении и, как следствие, потере дефицитного дорогостоящего сплава - до 10% нихрома уходит в брак только в виде окалины из-за окисления металла при высокотемпературном (до 1000 °С) нагреве. Из-за высокой стоимости и ограниченного производства сплавов указанных марок, как правило, предприятия вынуждены либо

продолжать эксплуатацию изношенных изделий из нихромовых сплавов сверх положенного ресурса, что, как следствие, приводит к увеличению числа бракованных изделий; либо заменять детали деградировавшего обжигового инструмента. Последнее предопределяет увеличение стоимости производимой продукции. В итоге при выборе любого из указанных мероприятий конкурентоспособность отечественных эмалированных изделий становится ниже зарубежных аналогов



Рисунок 1 – Изделия из нихромовых сплавов для промышленности

Солнцевым С.С., Зубехиным А.П., Горбатенко В.Е., Ратьковой В.П. и др. [1,4,5] доказано, что в качестве эффективной защиты нихромов целесообразно применять стеклокристаллические (ситалловые) покрытия.



Рисунок 2 – Результаты деградации нихромовых изделий в условиях высоких температур

Ситалловые покрытия выгодно отличаются, в частности, от эмалевых покрытий способностью формироваться при температурах, незначительно ниже температуры их эксплуатации, что значительно снижает вероятность окисления нихромового субстрата в процессе формирования покрытия. Задачу синтеза указанных покрытий решали многие исследователи [1,4,5], используя как систематическое изучение стеклообразных систем и получение на их основе стекол и ситаллов, пригодных в качестве стекломатриц жаростойких покрытий, так и совершенствование уже существующих покрытий. Особая роль в науке и практике разработки жаростойких покрытий ситаллового типа принадлежит С.С. Солнцеву с соавторами [1]. Полученные покрытия отличаются их способностью к кристаллизации в процессе формирования и эксплуатации с выделением тугоплавких кристаллических фаз. Объемная микрокристаллизация и равномерное распределение мелкодисперсной кристаллической фазы обеспечивает улучшение эксплуатационных характеристик защитных слоев – уменьшается газопроницаемость, повышается плотность покрытий.

Выявлено[1], что при получении ситалловых покрытий, как правило, используется та же технология, что и при эмалировании: приготовление шихты → варка стекла → помол стекла → приготовление шликера → нанесение шликера на металл → сушка → обжиг покрытия. Однако, эта схема несколько видоизменяется и дополняется на заключительной стадии, поскольку полученное из соответствующего стекла (фритты) покрытие должно быть превращено в ситалл путём направленной кристаллизации.

А. П. Зубехиным с соавторами для защиты электронагревателей и деталей обжигового инструмента от высокотемпературной коррозии получены жаростойкие ситалловые покрытия [4,5]. При их разработке стекломатрицы были получены на основе кордиеритовой системы $MgO-Al_2O_3-SiO_2$. С целью снижения температуры синтеза стекломатриц ситалловых покрытий с требуемыми показателями физико-химических и технологических свойств в их составы вводили оксиды-модификаторы. В процессе исследований было установлено, что разработка жаростойких ситалловых покрытий с использованием вторичных продуктов производства представляет собой особый научный и практический интерес. Проведённые испытания покрытий позволили подтвердить их эффективность в качестве защиты для нихромов в условиях высокотемпературной производственной среды[4,5]. Очевидно, что разработка ситалловых покрытий, предназначенных для решения проблемы деградации нихромовых сплавов, является актуальным научно-практическим направлением. Для эффективного и полноценного решения проблемы деградации нихромовых сплавов и изделий из них от высокотемпературной газовой коррозии необходимо продолжение физико-химических исследований по созданию и изучению новых составов, структуры и свойств ситалловых покрытий с использованием технического, природного и техногенного сырья.

Список литературы:

1. Солнцев С.С. Защитные технологические покрытия и тугоплавкие эмали. - М.: Машиностроение, 1984. -256 с.
2. Петцольд А., Пешманн Г. Эмаль и эмалирование: Справочник/ Пер. с нем.-М.: Металлургия, 1990. - 576 с.
3. Прецизионный сплав нихром: от упаковки до электропечей [Электронный ресурс]. Innovanews.ru: независимое интернет-сми. URL: <http://www.innovanews.ru/info/news/hightech/9367/>
4. Лазарева Е.А., Минько Н.И. Защита изделий из нихромовых сплавов от высокотемпературной коррозии (обзор) = Protection of Nichrome-

- Alloy Articles from High-Temperature Corrosion (Review) //Стекло и керамика. - 2018. - № 6. - С. 19-23 [Glass and Ceramics (English translation of Steklo i Keramika). - 2018. - Vol. 75, Is. 5-6. - P. 226-229]
5. Лазарева Е.А. Критерии выбора стекломатриц жаростойких ситалловых покрытий для изделий из нихромовых сплавов // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. - 2018. - № 3. - С. 140-146.

ВИДЫ ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДИЗАЙНА АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА

Лазарева Е.А., канд. техн. наук, доцент,
Садчикова И. Н.,
Тышлангян Ю.С.,
Лазарева Г.Ю.,

*Южно-Российский государственный политехнический
университет (НПИ) имени М.И. Платова*

Аннотация. Рассмотрены основные виды декоративно-отделочных материалов, как классических и испытанных временем, так и новейших, разработанных с учётом научного прогресса, позволяющих расширить диапазон для творческой работы дизайнеров и мастеров по интерьерам. Представлены результаты научных исследований по вопросам разработки декоративно-отделочных материалов на основе стеклообоя и их применению в архитектурно-строительном дизайне.

Ключевые слова: дизайн; отделочные материалы; декоративные материалы; архитектурная среда; строительство, стеклобой, красители.

В основе дизайна интерьера лежит синтез прагматических и художественных идей и решений, направленных на улучшение условий существования человека в целостной эстетически совершенной форме. Как известно [1,2,3], материалы, которые предназначены для украшения различных поверхностей в помещении, называются отделочными материалами, они также весьма успешно применяются для архитектурно-строительного дизайна. С точки зрения оформления существует довольно большой выбор материалов для интерьера и отделки помещений. Подбор материала зависит от дизайнерской идеи его оформления, от типа и размера помещения.

Благодаря новым технологиям на рынке появляются удивительные, а порой и забавные, комбинации материалов. В продаже можно найти неожиданные формы давно знакомого нам стекла, камня или дерева, удивительные краски, обои и послушный, готовый к употреблению пластик. Для них находят и новые сферы применения: так, недавно начался выпуск напольных обоев; кожа, ранее использовавшаяся в мебельном производстве, сейчас применяется и для отделки стен. На рынке появляются инновационные отделочные материалы. Несмотря на это, решения, апробированные годами, до сих пор не утратили своей актуальности.

В соответствии с эксплуатационными условиями отделочные материалы подразделяются на наружные и внутренние. Наружные модификации предназначены для обустройства экстерьера строительных объектов. К широкому перечню данных средств предъявляются такие требования как устойчивость к негативным воздействиям факторов внешней среды, прочность и долговечность. Внутренние модификации используются при отделке интерьеров. Поэтому наиболее строгие требования предъявляются к эстетике готового результата.

Исходя из компонентов, применённых при производстве, различаются искусственные и натуральные отделочные материалы. Натуральные материалы относятся к категории экологически чистых и безопасных изделий.

Среди ненатуральных материалов встречаются как экологически безопасные, так и токсичные изделия. Впрочем, по причине строгих требований международной стандартизации, потенциально небезопасных материалов становится все меньше.

По назначению отделочные материалы эксклюзивные и традиционные подразделяются на:

- декоративные – могут представлять собой тонкие рулонные материалы (обои, линолеум, ковролин и т.д.), плиты малой толщины (декоративный камень, керамика, керамогранит и т.д.) и составы, предназначенные для нанесения на поверхность (декоративная штукатурка, лакокрасочные материалы).

- конструкционно-отделочные – служат не только декоративным решением, но и конструктивными элементами (блоки из стекла, лицевой кирпич, декоративный бетон и т. д.).

- специально-отделочные – предназначены для выполнения определённых функций (теплоизоляция, шумоизоляция).

В соответствии с консистенцией отделочные материалы могут быть:

- жидкими – смеси на основе связующих и декоративных компонентов (наливные полы, лакокрасочные составы и т. д.);

- штучными – небольшие изделия (керамическая плитка, паркетная доска и т.д.);

- сборными элементами — плиты и листы, монтаж которых выполняется с использованием саморезов гвоздей заклепок клея и т.д. [3].

Из-за небывалого разнообразия материалов, имеющихся на рынке в настоящее время, невозможно подробно описать их все, хотя бы

потому, что чуть ли не каждый день появляются новые материалы, методы их обработки и применения.

Рассмотрим некоторые виды декоративно-отделочных материалов, применяемых в дизайне архитектурной среды и строительстве. Наиболее распространённым и простым является оштукатуривание. Оштукатуривание фасада выполняется с использованием смесей заводского и самостоятельного приготовления. Так, например, простейшим вариантом является штукатурка на основе цементно-песчаного раствора. Такой способ отделки отличает доступная цена, простота нанесения, надежность и долговечность. Среди недостатков отметим непривлекательный вид. И, как следствие, необходимость в дополнительной отделке. Штукатурки с применением более сложных составов лишены недостатков, присущих смесям собственного приготовления. Новые отделочные материалы и технологии оштукатуривания позволяют сделать фасад загородного дома или коттеджа максимально устойчивым к негативному воздействию факторов внешней среды. Кроме того, новые технологии позволяют штукатурить фасады, делая их эстетически привлекательными.

Применение облицовочной плитки— это технология, апробированная временем и, тем не менее, не утратившая актуальности по сей день. Отделка плиткой (рис.1) позволяет сделать фасад максимально защищённым от атмосферных осадков. Кроме того, керамогранит и клинкер превосходно выглядят. Это является важным преимуществом, как при облицовке солидного коттеджа, так и при отделке обычного загородного дома. Плитка — это универсальное решение. Оно одновременно подходит для облицовки фасада, цоколя, дверных и оконных откосов. Несмотря на то, что инструкция укладки сложна и требует от исполнителей соответствующей квалификации, отделка экстерьера плиткой получает все большее распространение.

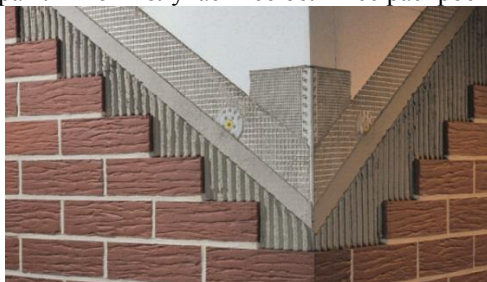


Рисунок 1 - Плитка для облицовки экстерьера

Облицовка декоративным кирпичом — это уникальная возможность придать фасаду или цоколю здания вид чистовой кирпичной кладки (рис. 2). Декоративный кирпич — это разновидность плитки толщиной 1-2 см. Такая плитка клеится своими руками на ровную поверхность посредством обычного плиточного клея. Среди преимуществ решения отметим низкую стоимость отделки и малую нагрузку на фундамент здания. В сравнении с традиционной кирпичной кладкой.



Рисунок 2 - Облицовка декоративным кирпичом

Отделка экстерьера декоративным камнем— это новая технология, которая популярна и востребована при обустройстве строительных объектов среднего и высшего ценового сегмента. Применение декоративного камня позволяет сделать дом более устойчивым к негативному воздействию факторов внешней среды. Эти элитные отделочные материалы одинаково хорошо переносят избыточную влажность и длительное воздействие прямых солнечных лучей. Главным преимуществом декоративного камня является его великолепный внешний вид, а также — разнообразие фактур и цветовых исполнений (рис.3). Монтаж камня выполняется на заранее оштукатуренную поверхность с применением специального клея.



Рисунок 3 - Фактура искусственного камня

Стеновые панели — еще одна разновидность декоративно-отделочных материалов, нашедших широкое применение при возведении и обустройстве малоэтажных строительных объектов. Стеновые панели изготавливаются с применением полипропилена, стеклопластика и прочих надежных, долговечных и недорогих материалов, они выполняют две функции: украшают экстерьер здания и снижают степень теплопроводности внешних стен.

Для эстетического оформления здания и для защиты несущих стен от негативного воздействия факторов внешней среды используются высокотехнологичные навесные конструкции, представляющие собой вентилируемые фасады (рис. 4).



Рисунок 4 - Схема устройства вентилируемых фасадов

Для интерьерных решений собственного дома можно применить следующие материалы:

- Сухие строительные смеси с различными добавками для черновой и финишной отделки горизонтальных поверхностей. Они достаточно эластичны и характеризуются оптимальной адгезией, имеют белый цвет.
- Натяжные потолки обеспечивают идеально ровную поверхность за сравнительно небольшую цену. Потолки изготавливаются с применением винилового полотна, которое монтируется на специальном каркасе, установленном по периметру комнаты.

- Отделка гипсокартоном повсеместно распространена, но использование такого материала нецелесообразно в помещениях с низкими потолками.

- Обои — это широкий перечень изделий рулонного типа. Такие материалы просты в плане монтажа и эксплуатационного обслуживания.

Помимо материалов рулонного типа на рынке появляется все больший выбор так называемых жидких обоев, которые наносятся на стену и образуют при этом плотную пленку.

- Лакокрасочные покрытия — это широкий ассортимент средств органического и неорганического происхождения, которые наносятся на заранее подготовленные поверхности и служат для придания стенам того или иного цвета и фактуры.

- Штукатурка — это наиболее популярный способ отделки, повсеместно используемый в течение нескольких столетий. Есть множество разновидностей штукатурки, которые различаются в соответствии с составом раствора, в соответствии со способом нанесения и т.д.

Материалы, предназначенные для отделки пола, по своей структуре подразделяются на рулонные, жидкие, штучные и сборные.

- К рулонным материалам относится линолеум, ковролин, ковровое покрытие и т.д.

- Жидкие покрытия — это преимущественно наливные полы, самовыравнивающиеся стяжки и прочие решения, разработанные на полимерной основе.

- Штучные материалы — это паркет, паркетная доска и прочие покрытия, которые складываются в единое целое из множества небольших элементов.

Сборные покрытия — это сухие стяжки пола, установленные с использованием плит ГКЛ, ГВЛ, ОСП, ДСП ламинированной фанеры и т.д. [1,3].

Совершенно особое место среди декоративно-отделочных и художественных материалов занимают стекло и материалы из него, которые применяются человеком в искусстве, строительстве, архитектуре, технике и других отраслях промышленности около 6000 лет [4]. Одним из древнейших стекломатериалов является смальта - непрозрачное цветное стекло, которая используется для создания мозаичных композиций (рис. 5).



Рисунок 5 – Разновидности

К преимуществам смальты можно отнести высокую прочность, химическую стойкость, водонепроницаемость, морозостойкость, отличную жаропрочность, обеспечивающие долговечность смальтовых произведений, а также богатую палитру цветов и характерный блеск стекла, позволяющие создавать высокохудожественные декоративные и живописные композиции [5]. Учитывая тот факт, что в настоящее время все больше возрастает спрос на художественные произведения из мозаики при том, что на отечественном рынке по созданию таких работ свою продукцию предлагают в основном зарубежные фирмы (или по иностранной технологии), то актуальной является проблема разработки новых составов смальт различных цветов по ресурсосберегающей технологии с использованием стеклобоя, с последующим внедрением полученных составов в промышленности. В ходе исследований изучена возможность получения художественных смальт с использованием боя листового стекла, буры и соды, разнообразных красителей и глушителей. Использование в качестве основного компонента сырьевой смеси стеклобоя (до 70%) даёт экономию за счет замены дорогостоящего минерального сырья. Синтез художественных смальт осуществляли на основе боя многокомпонентных оксидных стеклотройной системы $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$, примерный химический состав которого, % (по массе): $\text{SiO}_2 - 60...80$, $\text{CaO} - 0...10$, $\text{Na}_2\text{O} - 10...25$, а также с использованием модификаторов и разнообразных красителей. Варка проходила в алундовых тиглях в интервале температур 1250-1350°C. Цвет синтезированных смальт определяли визуально с использованием Атласа цветов. Зависимость цвета смальт от количества и вида красителя указана в таблице.

Таблица - Цвет смальт в зависимости от количества и вида красителя

Название красителя	Количество сверх 100%, мас. %	Цвет смальты
Mn ₂ O ₃ , CoO	1,36; 1,0	Синий цвет
CuO	0,98	Голубой цвет
Se	0,5	Белый цвет
Fe ₂ O ₃	3,26	Зелено-коричневый цвет
Mn ₂ O ₃	1,2	Фиолетово-малиновый цвет
Se	0,5	Бледно-розовый цвет
Cr ₂ O ₃	0,2	Ярко-зеленый цвет

Применение стандартных методов физико-химических исследований материалов позволили заключить, что в исходном состоянии полученные смальты – цветные стекломатериалы, представляющие собой сочетание твёрдого вещества (кристаллического и стекловидного) с микропорами. Образующаяся структура исследуемых стекломатериалов обеспечивает высокие показатели их технических, эксплуатационных и декоративных свойств, что позволяет подтвердить возможность получения цветных художественных смальт по ресурсосберегающей технологии с использованием стеклобоя.

В наши дни искусственные материалы имеют лучшие качества натуральных и повышенную износостойкость, а также большое разнообразие цветов и рисунков. При выборе декоративно-отделочных материалов необходимо руководствоваться не только их визуальными и тактильными свойствами, но и контекстом, в котором они будут использоваться. Цифровые технологии позволяют создавать выразительный архитектурно-строительный дизайн с применением широкого спектра декоративно-отделочных материалов, обладающих целым комплексом эстетических свойств.

Список литературы:

1. СТУДИЯ «РЕНЕССАНС» [Электронный ресурс] URL: <http://www.stucco.ru> (дата обращения: 18.04.2018).
2. Барановский Г.В. Архитектурная энциклопедия второй половины XIX века. Т. VII. Детали. СПб.: Строитель, 1904. 132 с.
3. Уолтон С. 1000 идей по оформлению интерьера: Как сделать ваш дом красивым / С.Уолтон. – М.: РАДУГА, 1997. – 256 с.
4. Зубехин А.П., Лазарева Е.А. и др. Технология изготовления и художественной обработки стекла. Введение в специальность [Текст] : учеб. пособие - Новочеркасск : ЮРГТУ, 2004. - 160 с.
5. Лазарева Е.А. Мастерство мозаичного искусства : учеб.-метод. пособие / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). - Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2011. - 92 с.

ГИДРОКСИЛЬНЫЕ ГРУППЫ В СТРУКТУРЕ СИЛИКАТНОГО СТЕКЛА

**Минько Н.И., д-р техн. наук., профессор,
Добринская О.А.,
Добринский М.В.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрена проблема наличия воды в структуре силикатных стекол и ее вероятного влияния на многокомпонентные составы силикатных стекол.

Ключевые слова: вода, гидроксильные группы, силикатные стекла, газообразование, свойства стекла

Готовое стекло (стеклоизделие) прозрачно и не должно содержать различные пороки, в том числе газовые включения (пузыри). Но, если такое качественное стекло нагреть до температуры размягчения в вакууме, начинается выделение газообразных продуктов в виде пузырей. Обусловлено это тем обстоятельством, что для получения стекла используются сырьевые материалы, которые в процессе нагрева и силикатообразования разлагаются с выделением газообразных продуктов (сода, сульфат, осветлители, восстановители, окислители и пр.). Кроме того, расплав стекломассы поглощает газы из пламенного пространства стекловаренной печи. Поэтому стекломасса насыщена газами (SO_2 , CO_2 , SO_3 , NO_2 , O_2 и др.), которые подразделяются на растворимые и нерастворимые в стекломассе.

Весь технологический процесс стекловарения на стадии осветления (освобождения от видимых газообразных включений) при максимальной температуре $1500\text{...}1590^\circ\text{C}$ осуществляется до достижения равновесия между газами, растворенными в стекломассе и газами печного пространства. При повторном нагреве на стадии студки начинается выделение «вторичных» пузырей, что является браком продукции.

В технологиях стекловарения этот процесс газопоглощения и газовыделения четко контролируется. Но при этом для составов стекол крупнотоннажного производства (листовое, тарное, сортовое и пр.) не учитывается роль воды в газообразовании, структуре стекла и влиянию на технологию и свойства продукции.

На первый взгляд, стекло, высокие температуры его получения и вода несовместимы в сравнении, например, с технологией вяжущих

материалов, где вода играет важную роль. Тем не менее, основными источниками групп OH^- в стекле могут быть:

- примеси в сырьевых материалах (аморфные разновидности кремнезема, кристаллогидраты, природная сода, гидроксиды, вторичные продукты) [1, 2];
- увлажненная шихта во избежание ее пыления и расслоения или агрегации [3];
- газы печного пространства;
- уплотненная шихта, полученная с использованием воды в качестве связующего [4];
- новые стекольные технологии, основанные на использовании гидроксидов [5-7].

Воде в структуре многокомпонентных составов силикатных стекол (листовое, тарное, сортовое, химико-лабораторное и пр.) очень мало уделяется внимания, рассматривая ее как вещество, которое быстро испаряется. Но в составах стекол технического назначения о структурной роли групп OH^- и водорода, их влияния на свойства стекол в настоящее время появляется все больше публикаций [8-10].

Например, в структуре кварцевого стекла OH^- группы занимают позиции аналогично щелочным компонентам, разрывая непрерывность кремнекислородной сетки стекла, способствуя снижению вязкости расплава и показателей технических свойств высококремнеземистого стекла, особенно термостойкости, химической устойчивости, а также за счет образующихся протонов (H) изменяется электропроводность (рис.1).

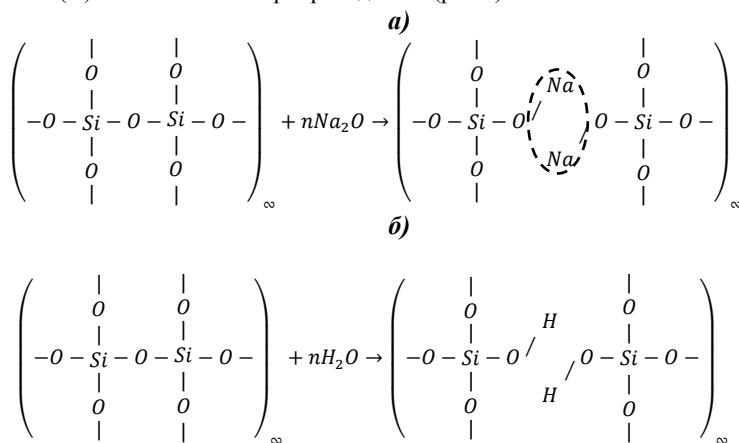


Рисунок 1 - Схема разрыва непрерывности кремний-кислородной сетки силикатного стекла при наличии: а) натрия (Na^+); б) групп OH^-

Наличие группы OH^- в кварцевом стекле особенно снижает его светопропускание в УФ- и ИК- областях спектра, что недопустимо для отдельных стеклоизделий, особенно оптического приборостроения (рис.2) [11, 12].

Силикатный расплав интенсивно поглощает пары воды в широком температурном интервале (600...1400°C) в виде газообразования, хотя содержание OH^- -групп относительно невелико и зависит от метода получения кварцевого стекла (табл.).

Таблица - Содержание OH^- -групп в кварцевом стекле, полученном различными методами (по данным ИК-спектрометрии)

Метод получения кварцевого стекла	Содержание OH^- -групп, мас.%
Вакуум-компрессионный	Безгидроксильные стекла
Электротермический	$(1-5) \cdot 10^{-4}$
Плазмохимический	$< (5-8) 10^{-4}$
Газопламенный	0,01-0,04
Парофазный	0,1-0,3

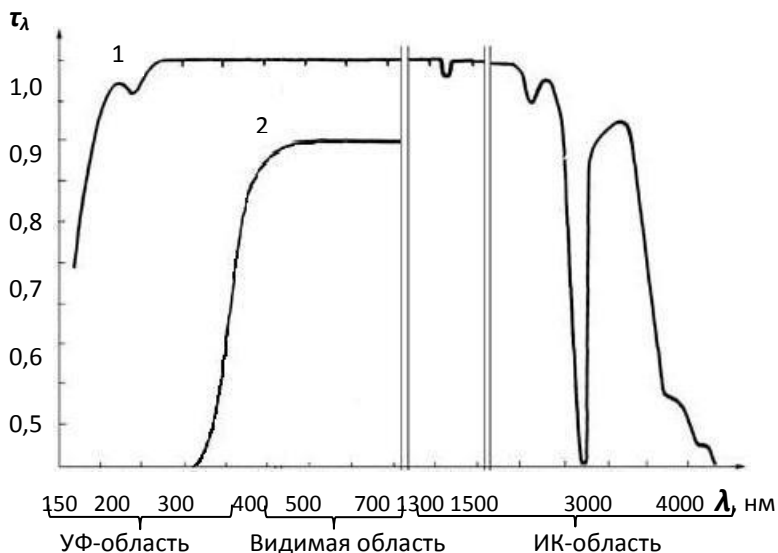


Рисунок 2 - ИК-спектры (τ_λ – коэффициент светопропускания; λ – длина волны): 1 – кварцевого стекла; 2 – листового стекла

Листовое стекло является многокомпонентным (мас.%): SiO_2 – 72,4; Al_2O_3 – 1,4; MgO – 3,2; CaO – 9,5; Na_2O – 13,2; K_2O – 0,3.

Граничные условия пропускания листового (на «чистых» сырьевых материалах) стекла 380...1100нм; общее светопропускание на 1 см толщины составляет 86-87%. Снижение светопропускания в ИК-области при 1100 нм обусловлено наличием Fe^{2+} , в УФ-области – наличием Fe^{3+} . В технологии листового стекла используют обогащенный песок, доломит, ПШК, но они содержат примеси железосодержащих материалов в пределах 0,03-0,1 мас.%.

Кварцевое стекло, являющееся однокомпонентным, получают плавкой особо чистых разновидностей кремнезема (горный хрусталь, жильный кварц и др.), которые в виде включений содержат воду и плавка ведется в различных водосодержащих условиях.

Содержание гидроксильных групп (основные линии поглощения в ИК-области – 2700нм и 3600нм) в кварцевом стекле обусловлены методом технологии его получения.

Поэтому в зависимости от области применения кварцевого стекла выбирается технология его плавки.

Кроме того, не определена роль OH^- -групп в регулировке окислительно-восстановительных процессов в стекольных технологиях [13].

Для многокомпонентных силикатных стекол наличие OH^- -групп на данном этапе требований к его техническим характеристикам не является остро актуальной проблемой. Но развитие новых технологий в стекольной промышленности с использованием гидроксидов, вторичных продуктов и новых видов сырьевых материалов с более высокими требованиями к физико-химическим свойствам и особенно оптическим, выводят проблему содержания OH^- -групп в стекле далеко не на последнее место.

Список литературы:

1. Минько Н.И., Добринская О.А., Гридякин К.Н., Булгаков А.С. Системный подход к использованию вторичных продуктов в технологии стекломатериалов // Стекло и керамика, 2017. №5. С.3-6.
1. Min'ko N. I., Dobrinskaya O. A., Gridyakin K. N., Bulgakov A. S. Systems approach to using secondary products in glass materials technology // Glass and Ceramics, 2017. V. 74. No. 5-6. pp. 149-152.
2. Минько Н.И., Добринская О.А., Жариков А.В. Реакционная способность аморфных разновидностей кремнезема // Сб. докладов 9-й Международной конференции «СТЕКЛОПРОГРЕСС-XXI», 2018. С.165-170.

3. Ефременков В.В., Грибанов С.Ю. Особенности дополнительного увлажнения шихты перед загрузкой в стекловаренную печь // GlassRussia, 2017. №12. С.25-29.
4. Минько Н.И., Лазыко Е.А., Дороганов Е.А. Влияние стекольного боя на процесс брикетирования стекольной шихты // Стекло и керамика, 2008. №9. С.14-18.
5. Минько Н.И., Лавров Р.В., Варавин В.В. Гидроксид натрия в стекольной технологии // Стекло мира, 2013. №3-4. С.139-143.
6. Минько Н.И., Лавров Р.В. Щелочной концентрат для стекловарения // Стекло и керамика, 2014. №10. С.25-30.
7. Медведев Е.Ф., Минько Н.И. Особенности синтеза в водной среде силикатных и боросиликатных стекломатериалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016. №10. С. 156-165.
8. Нариев В.Н. Влияние воды на физико-химические свойства стекол // Физика и химия стекла, 2004. Т.30. №5. С.499-530.
9. Голубева О.Ю., Павинич В.Ф. Вода в структуре бинарных щелочборатных стекол по данным ИК спектроскопии // Физика и химия стекла, 2005. Т.31. №2. С.209-218.
10. Сивко А.П., Беляков В.И., Ботаницин В.Н., Царегородцев Ю.А., Новокшенова Г.К. Вода в кварцевом стекле // GlassRussia, 2008. №7. С.19-22.
11. Зипунников А. Кварцевые стекла: особенности производства, ГОСТ. Стекло кварцевое оптическое: применение [Электронный ресурс] // «ФБ» [сайт], [2019]. URL: <http://fb.ru/article/313733/kvartsevyie-stekla-osobennosti-proizvodstva-gost-steklo-kvartsevoe-opticheskoe-primeneniye>.
12. Халлиев В.Д., Прохорова Т.И. Основы технологии производства кварцевого стекла: учебное пособие. Л.: Стройиздат, 1983. 66с.
13. Минько Н.И., Морозова И.И. Влияние окислительно-восстановительного потенциала на процессы варки и свойства стекол // Стекло и керамика, 2014. №7. С.8-11.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Морева И.Ю., канд. техн. наук, доцент,
Вареникова Т.А., вед. инженер,
Кириллова Н.К., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматриваются аддитивные технологии, используемые при изготовлении керамических изделий. С помощью современных аддитивных технологий создаются разные модели, изделия и конструкции. Они могут быть сложными, их можно изготавливать из разных материалов. Создание керамических трехмерных изделий – это пока малораспространенная область аддитивных технологий, требующая исследований.

Ключевые слова: аддитивные технологии, 3D-печать, керамические изделия, керамическая масса.

Применение аддитивных технологий в производстве керамических изделий посредством 3D-печати является инновационным решением. Интерес к аддитивным технологиям возрастает с каждым днем во всем мире, так как повышается потребность рынка в более экономичных и менее трудоемких разработках. Эти изобретения нашли применения в самых разных областях производства: строительстве, судо- и машиностроении, фармакологии и медицине, нефтегазовой и сельскохозяйственной промышленности, космонавтике. Применение аддитивным технологиям нашлось и в строительстве, где технология 3D-печати позволяет значительно облегчить ряд производственных этапов. Однако основной проблемой на данный момент является подбор составов смесей.

Особенно интенсивно развитие аддитивных технологий протекает в зарубежных странах - США, Германии, Китае, однако, на счету России имеется большое количество разработок, позволяющих получить изделия сложных форм и разных размеров [1].

Недавно появившиеся аддитивные технологии обеспечивают огромный скачок в достижении «геометрической гибкости» при изготовлении керамических изделий сложных конфигураций по сравнению со способами, традиционно применяемыми в технологии керамики.

На сегодняшний день керамические изделия можно получить различными видами 3D-печати: послойным формованием из расплавленной пластифицирующей массы; послойным спеканием полимера лазером; струйным моделированием с использованием связующих веществ или полной печатью детали посредством склеивания порошка. Классификация охватывает широкую область аддитивных технологий, объединяя по общему принципу формования слоя различные методы 3D-печати, из них наибольшее развитие в области керамики получили следующие:

3DP – струйная печать; SLS – селективное лазерное спекание; SLM – селективное лазерное плавление (наплавка); DIP – прямая печать; SLA – стереолитография (отверждение фотополимерной смолы лазером); FDM – наплавка экструдированных паст.

В зависимости от вида применяемой аддитивной технологии при изготовлении деталей используются различные типы сырья, которые обычно классифицируют следующим образом:

- суспензии;
- пасты;
- порошки или порошкообразные смеси [2].

Один из известных мировых брендов для 3D-печати керамики – это принтер компании Tethon 3D. Tethon 3D решила модернизировать процесс струйной 3D-печати использованием прессы. Он будет применяться с целью уплотнения свеженанесенных слоев. Это поможет улучшить плотность готовых керамических моделей после обжига. Работоспособность данной концепции уже была подтверждена. Для этого компания использовала рабочий прототип 3D-принтера и керамические порошки собственного производства «Tethonite» [3].

В компании HRL Laboratories (США) разработали технологию 3D-печати высокопрочной керамики.

Исследователи из частной компании HRL Laboratories разработали и продемонстрировали новый метод аддитивного производства (3D-печати), позволяющий создавать изделия из керамического материала высокой прочности. Получившийся материал выдерживает рекордные температуры и нагрузки. Сотрудники HRL Laboratories - ведущий инженер-химик Зак Эккель (Zak Eckel) и ведущий химик д-р Чаоинь Чжоу (Chaoyin Zhou) разработали специальный прокерамический полимер, выступающий в качестве «полуфабриката». После «выращивания» изделия с помощью аддитивной технологии оно подвергается высокотемпературной обработке, и в результате становится керамическим (в составе содержатся 36% кислорода, 26%

кремния, 33% углерода и 4% серы). Материал приобретает способность выдерживать температуры как минимум до 1700°C. В HRL Laboratories сообщают, что полученные разработки могут применяться, к примеру, при создании реактивных двигателей и при производстве микроэлектромеханических систем [4].

Таким образом, несмотря на достигнутое разнообразие аддитивных технологий, практически любая технология приготовления керамических материалов для 3D-печати предполагает введение керамической составляющей в виде специально приготовленного порошка со строго заданными характеристиками частиц. Все это объясняется необходимостью интенсивной обработки материала, включая его обжиг и глазурирование.

Список литературы:

1. Глазунов В.С., Черепанова М.В. Применение аддитивных технологий в производстве керамических изделий // Вестник ПНИПУ. 2018. №4. С.174-186.
2. Крахматова В.Ю., Захаров А.И. Формирование массы аддитивного производства керамических изделий // Успехи в химии и химической технологии. 2016. № 7. С. 53-54.
3. Zak C. Eckel, Chaoyin Zhou, John H. Martin, Alan J. Jacobsen, William B. Carter and Tobias A. Schaedle. Additive manufacturing of polymer-derived ceramics // Science 01 Jan 2016: Vol. 351, Issue 6268, pp. 58-62
4. <http://integral-russia.ru/2016/12/30/additivnye-tehnologii-dlya-pechati-keramiki/>

ОСОБЕННОСТИ СЫРЬЕВОГО СОСТАВА СМЕСИ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ БЕТОНОВ В РОССИИ

Нелюбова В.В., канд. техн. наук, доцент,

Усиков С.А.,

Масанин О.О., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье приведены основные подходы к получению высокопрочных бетонов. Показано, что для получения качественных материалов необходим рациональный подбор компонентного состава с использованием множества компонентов разной granulometрии, обеспечивающих получение высокоплотной упаковки твердой фазы.

Ключевые слова: высокопрочный, бетон, цемент, заполнитель, пластификатор, минеральный порошок

Высокопрочный бетон относится к числу материалов, активно используемых в настоящее время при возведении сооружений различного назначения. Особенно актуально это в странах с высокой плотностью населения. Поэтому очевидно, что лидерами в данной области являются Китай, Япония и др.

Территория Российской Федерации отличается большими незаселенными пространствами. Тем не менее, разработка технологий получения и применения высокопрочных бетонов для России актуальна ввиду увеличения числа мегаполисов, а также необходимости формирования «запаса» технических характеристик конструкций при их эксплуатации в регионах с суровыми климатическими условиями.

Пилотным проектом применения такого рода материалов является комплекс Москва-Сити, при возведении которого были внедрены инновационные технологии. Разработкой составов и технологий производства высокопрочных бетонов для использования в различных условиях эксплуатации в разное время занимались ученые НИИЖБ, МГСУ, ИвГПУ, КазГАСУ, ПГУАС и представители многих других научных школ.

К сырьевым материалам для высокопрочных бетонов предъявляются повышенные требования в отличие от рядового бетона. Поскольку правильно подобранный состав должен обеспечить необходимые характеристики для бетона, его повышенную прочность при минимальных затратах на сырье.

В обобщенном варианте для получения такого бетона используют в зависимости от задач цемент различных марок, крупный заполнитель в виде щебня, мелкий заполнитель, обеспечивающий максимальное уплотнение смеси, и комплекс добавок, выполняющих различные функции (пластификаторы, ускорители и твердения и т.д.).

Очевидно, что основным компонентом, обеспечивающим конечные свойства матрицы композита, является вяжущее. Для получения конечного изделия с высокими показателями качества целесообразно использовать цементы с повышенной прочностью, а также вяжущие, обеспечивающие быстрый набор прочности в ранние сроки для сохранения структуры материала. Использование в данном случае композиционных вяжущих позволит улучшить свойства готового продукта без перерасхода связующего и обеспечит повышение свойств конечного композита [1–3 и др.].

При изготовлении высокопрочных бетонов применяются пески различного состава и гранулометрии. При этом для достижения высокой плотности бетона как гаранта водонепроницаемости целесообразно использованием комплекса мелких заполнителей с разными модулями крупности для формирования плотной упаковки сыпучих компонентов. Эффективность такого подхода обоснована многочисленными работами [4–6].

В качестве крупного заполнителя используется щебень различных марок по прочности. Однако, обязательным условием является необходимость соблюдения характеристик щебня не ниже прочности бетона, в котором он будет использован. Это обеспечит формирование физического каркаса конечной конструкции. При этом стоит отметить, что при проектировании составов высокопрочных бетонов за рубежом существенно отличаются фракции крупного заполнителя. Чаще используется отсев с размером зерна не более 1 см.

Для повышения прочности раствора и бетона используются пластифицирующие добавки, действие которых основано на водоредуцировании растворной смеси, что приводит к уплотнению затвердевшего материала без формирования дополнительной пористости, обусловленной испарением избытка воды. К числу наиболее эффективных добавок такого типа относятся химические соединения на поликарбоксилатной основе.

Для заполнения межзерновых пустот в таких материалах зачастую используются минеральные тонкодисперсные порошки. Такими компонентами могут выступать как условно инертные материалы (например, карбонатные порошки), так и обладающие пуццолановыми

свойствами (например, микрокремнезем). Второй вариант более целесообразен ввиду реализации нескольких функций: уплотнение смеси и связывание избытка портландита в кристаллическое вещество, формирующее каркас межзернового пространства. В качестве пуццолановых компонентов в разное время использовались микрокремнезем, цеолиты, золу-уноса, отходы ГОКов и множество других материалов [7, 8 и др.]. Их использование с одной стороны обеспечивает утилизацию некондиционного сырья, а с другой – приводит к повышению качества изделий с их использованием.

Одним из эффективных способов модификации структуры и, как следствие, улучшения свойств бетона является комплексное использование компонентов, например, органоминеральных добавок, состоящих из пластифицирующих и пуццолановых компонентов. В таком варианте происходит равномерное распределение тонкодисперсного компонента в оболочке поверхностно-активного вещества по объему смеси [9, 10].

Несмотря на многочисленные исследования и опыт проектирования высокопрочного бетона, проблема подбора состава смесей с использованием местных недифицитных ресурсов все еще актуальна. Однако, для получения материала с заданными показателями качества необходимо учитывать современные достижения в области химии материалов в части использования синтезированных пуццолановых добавок с высокой активностью; функционализированных химических добавок; фракционированных заполнителей и наполнителей для обеспечения высокой плотности упаковки твердой фазы, а также применять исходное сырье высокого качества, исключающего утилизационную функцию производства.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы», уникальный идентификатор проекта RFMEFI58317X0063.

Список литературы:

1. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Ковалева И.А. Композиционные вяжущие для порошковых бетонов с промышленными отходами // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 1. С. 6–9.

2. Бондоренко А.И., Фоменко Ю.В., Жерновский И.В., Строкова В.В. Оценка влияния кварца различного происхождения на свойства ВНВ // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 3. С. 41-44.
3. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Новиков К.Ю. Высокопрочные бетоны на композиционных вяжущих с применением техногенного сырья // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. № 2 (17). С. 174–180.
4. Хархардин А.Н., Строкова В.В., Топчиев А.И. Структурная топология дисперсных материалов и композитов // Строительные материалы. 2006. № 3. С. 78.
5. Хархардин А.Н., Сулейманова Л.А., Строкова В.В. Топологические свойства полидисперсных смесей и составляющих их фракций по результатам ситового и лазерного анализов гранулометрии // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 11-12 (647-648). С. 114–124.
6. Хархардин А.Н., Нелюбова В.В., Строкова В.В. Топологические свойства дисперсных материалов и других дискретных систем // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2015. № 10 (682). С. 100-109.
7. Строкова В.В., Соловьева Л.Н. Оценка влияния кристаллических затравок на структурообразование цементного камня // Строительные материалы. 2009. № 3. С. 97–98.
8. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ковалева И.А. Порошковые бетоны с использованием техногенного сырья // Вестник МГСУ. 2015. № 11. С. 101–109.
9. Алфимова Н.И., Шадский Е.Е., Никифорова Н.А. Эффективность использования органо-минерального модификатора на основе вулканогенно-осадочных пород // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2016. № 2 (17). С. 120–128.
10. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Ковалева И.А. Органоминеральные высокопрочные декоративные композиции // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 67–69.

ДЕГИДРАТИРОВАННАЯ ГЛИНА КАК ЭФФЕКТИВНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА ДЛЯ БЕТОНОВ*

Низина Т.А., д-р техн. наук, профессор,
Володин В.В., аспирант,
Бальков А.С., инженер

*Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет им. Н.П. Огарёва*

Аннотация. Приведены результаты использования обожженной глины в качестве минеральной добавки к цементным композитам. Показана возможность получения цементных композитов с повышенными прочностными характеристиками, как за счет введения добавки, так и за счет оптимизации режима обжига глины.

Ключевые слова: цементные композиты, минеральные добавки, глина, режим обжига, плотность, прочностные показатели.

Высокая механическая прочность композиционных цементных материалов, в частности, бетона является одним из важнейших его свойств. Она определяется водоцементным отношением и степенью уплотнения смеси. Влияние данных факторов в настоящее время достаточно изучено [1 – 2] и регулируется соответствующей нормативной документацией. Известно также, что высоких прочностных показателей бетона можно достичь при использовании органических и минеральных добавок. Применение добавок в бетоне позволяет [3-5]: улучшить удобоукладываемость, повысить устойчивость к водоотделению, уменьшить водопотребность и расход пластификаторов, увеличить прочность, снизить усадочные деформации, повысить долговечность, морозостойкость и стойкость к сульфатной, хлоридной, уксусной и щелочной коррозии, снизить расход цемента.

В последние годы в качестве активной минеральной добавки в портландцемент получило определённое распространение введение метакаолина [6-8], получаемого термической обработкой каолиновых глин при температурах в диапазоне 700-800 °С. Однако для широкомасштабного производства и применения метакаолина определённым препятствием является ограниченность месторождений и запасов каолиновых глин во многих странах, в том числе и в России. Так, на долю Российской Федерации, занимающей примерно 1/9 площади суши всего земного шара, приходится всего лишь 3% от общемировых запасов каолина.

Ограниченностью сырьевой базы применяемых минеральных добавок объясняется проведение исследований пуццоланической активности прокалённых глинистых минералов и возможности получения минеральных добавок из повсеместно распространённых глин. В работах [9-11] представлены результаты исследований пуццоланической эффективности прокалённых молотых глин Оренбургской, Челябинской областей и Республики Татарстан с различным содержанием каолинита и полным его отсутствием. Показано, что данные глины могут иметь пуццоланическую активность, не уступающую микрокремнезёму и метакаолину.

На территории Республики Мордовия расположены более пятидесяти месторождений глинистых пород [12], что позволяет отнести разработку активных минеральных добавок на основе глинистого сырья к перспективным задачам строительной индустрии, решение которых минимизирует ряд экономических, технологических и экологических проблем цементной промышленности как в самом регионе, так и в стране в целом. При проведении экспериментальных исследований пуццоланической активности обожжённых глинистых пород была выбрана глина Старошайговского месторождения, расположенного в 2 км к юго-западу от с. Старое Шайгово Республики Мордовия, на П левобережной надпойменной террасе р. Сивинь [13]. Фазовый состав глины представлен в таблице 1. В качестве вяжущего применялся портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н производства АО «Серебряковцемент». Температура обжига глины составляла 400, 600 и 800°С. Время обжига составляло 2, 3 и 4 часа. Прокалённые глины подвергались помолу в шаровой мельнице в течение одного часа. Получаемые порошки вводились в состав цементного вяжущего в количестве от 2 до 18 % от массы портландцемента. Водотвёрдое отношение принято 0,3.

Таблица 1 - Фазовый состав глины Старошайговского месторождения

Фаза	Микроклин	Иллит	Альбит	Кварц	Кристобалит	Каолинит
Концентрация фаз, %	5,5	26,8	6,4	44	3	14,4

В ходе экспериментальных исследований было изучено изменение в зависимости от варьируемых факторов прочности при сжатии и на растяжение при изгибе в возрасте 7 и 28 суток [13]. Установлено, что ряд модифицированных цементных композитов достигает прочностных показателей при сжатии 70÷80 МПа и 11÷12 МПа и более на растяжение при изгибе, что сопоставимо с немодифицированным композитом.

По результатам исследований была проведена оптимизация составов модифицированных цементных вяжущих с установлением наиболее эффективных режимов обжига. Определение рациональных составов велось из анализа экспериментальных статистических моделей, описывающих изменение предела прочности при сжатии (1) и на растяжение при изгибе (2) цементных композитов (28 суток) на основе модифицированного обожженного глинистого сырья:

$$\sigma_{\text{сж.}} = 67,29 + 3,23 \cdot x_1 + 0,18 \cdot x_2 - 3,99 \cdot x_3 + 1,36 \cdot x_1 \cdot x_2 - 0,81 \cdot x_1 \cdot x_3 - 1,38 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,31 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 - 7,55 \cdot x_1^2 - 4,35 \cdot x_2^2 + 4,48 \cdot x_3^2 - 0,91 \cdot x_1^2 \cdot x_2 - 0,56 \cdot x_1 \cdot x_2^2 - 0,49 \cdot x_1^2 \cdot x_3 - 2,19 \cdot (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3)^2; \quad (1)$$

$$\sigma_{\text{раст.}} = 10,11 + 0,62 \cdot x_1 - 2,06 \cdot x_2 - 0,57 \cdot x_3 - 0,49 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0,19 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0,14 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,09 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + 0,57 \cdot x_1^2 + 0,43 \cdot x_2^2 + 0,12 \cdot x_3^2 + 2,47 \cdot x_1^2 \cdot x_2 - 0,19 \cdot x_1 \cdot x_2^2 + 0,23 \cdot x_1^2 \cdot x_3 - 0,36 \cdot (x_1 \cdot x_2 \cdot x_3)^2, \quad (2)$$

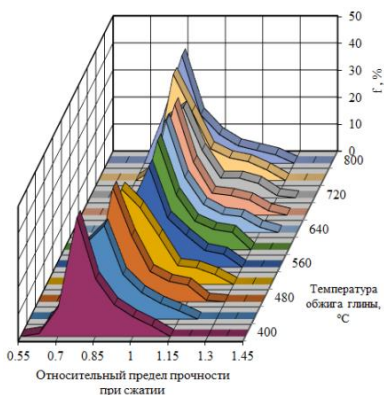
где x_1 – температура обжига; x_2 – время обжига; x_3 – доля добавки. Все используемые в уравнениях (1) и (2) факторы варьировались в кодовых величинах (от -1 до +1).

Выявление оптимальных областей компромиссных решений по каждому фактору в отдельности осуществлялось с помощью полигонов частот, являющихся одним из наиболее наглядных способов графического представления плотности вероятности случайной величины [14].

Проведенный анализ ЭС-модели (1) на основе полигонов частот (рис. 1) показал, что предел прочности при сжатии, соответствующий контрольному составу, может быть обеспечен для цементных композитов с минеральной добавкой при любом исследуемом уровне температуры и длительности обжига глинистого сырья. При этом для принятых температурно-временных интервалов обжига минеральной добавки суммарная доля составов, обладающих повышенными или соответствующими контрольному композиту характеристиками, варьируется от 22 до 41% в зависимости от длительности и от 11 до 45% – от температуры обжига. Установлено, что увеличение времени обжига глины с 2 до 3÷4 часов приводит к расширению диапазона относительных значений прочностных показателей модифицированных цементных композитов с 77,5÷115 до 62,5÷130%. Повышение температуры обжига глиежей с 400 до 720°C позволяет изменить допустимый (достижимый) диапазон значений предела прочности при сжатии с 62,5÷107,5 до 85÷130%. Дальнейшее повышение температуры

приводит к некоторому снижению граничных значений относительного прочностного показателя до 77,5 (нижняя) и 122,5% (верхняя граница) соответственно.

а)



б)

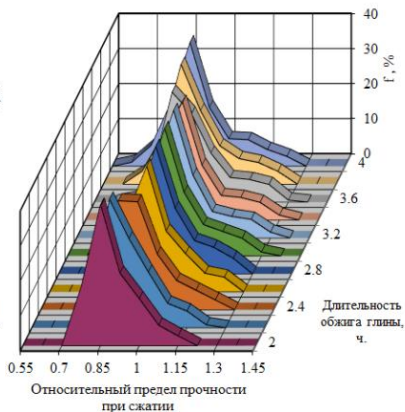
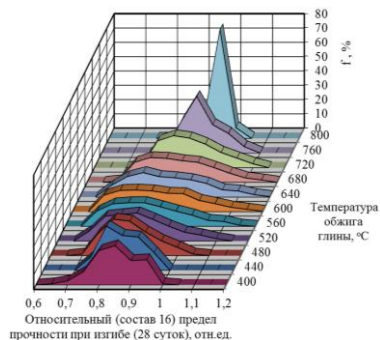


Рисунок 1 - Полигоны распределения относительного предела прочности при сжатии модифицированных цементных композитов в возрасте 28 суток:

а – от температуры обжига, б – от длительности обжига

а)



б)

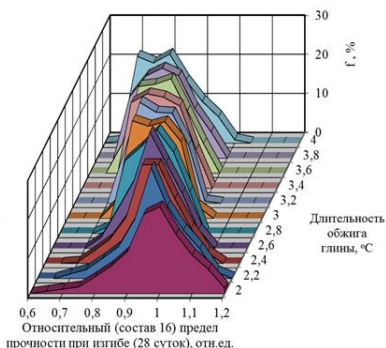


Рисунок 2 - Полигоны распределения относительного предела прочности на растяжение при изгибе модифицированных цементных композитов

на растяжение при изгибе модифицированных цементных композитов в возрасте 28 суток: а – от температуры обжига, б – от длительности обжига

Анализ полигонов частот распределения предела прочности на растяжение при изгибе (рис. 2), выполненный на основе ЭС-модели (2), показал, что увеличение температуры обжига с 400 до 680 °С позволяет изменить допустимый (достижимый) диапазон значений прочности с 65÷100 до 70÷120%. Дальнейшее повышение температуры приводит к сужению граничных значений относительного прочностного показателя до 85÷104%. Увеличение времени обжига глины с 2 до 4 часов приводит не только к сужению диапазона относительных значений прочностных показателей модифицированных цементных композитов, но и к снижению верхних граничных значений – с 120% (при 2 часах) до 105% (при 4 часах).

По результатам исследования установлены оптимальные рецептурные и технологические принципы получения минеральной добавки на основе глинистого сырья, позволяющие повысить предел прочности при сжатии и на растяжение при изгибе модифицированных цементных композитов по сравнению с бездобавочным составом. Полученные результаты свидетельствуют, что полиминеральные глины, с преимущественным содержанием кварца и иллита, после термической обработки могут быть использованы как эффективные минеральные добавки к бетонам. Экспериментально доказано, что их применение позволяет достигать показателей предела прочности при сжатии и на растяжение при изгибе до 124% и 117% по сравнению с без добавочным составом. Полученные данные свидетельствуют о перспективности и актуальности направления по разработке бетонов с модифицирующими добавками на основе термоактивированных полиминеральных глин, что позволяет расширить номенклатуру выпускаемых на сегодняшний день модифицированных цементных композитов за счёт более полного использования местной минеральной сырьевой базы.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Республики Мордовия в рамках научного проекта № 18-43-130008.

Список литературы:

1. Бондаренко В.М. Физические основы прочности бетона / В.М. Бондаренко, В.П. Селяев, П.В. Селяев // Бетон и железобетон. – 2014. – № 4. – С. 2-5.
2. Фаликман В.Р. Новые эффективные высокофункциональные бетоны / В.Р. Фаликман // Бетон и железобетон. Оборудование. Материалы. Технологии. – 2011. – № 2. – С. 78-84.

3. Ущеров-Маршак А.В. Бетоны нового поколения – бетоны с добавками / А.В. Ущеров-Маршак // Бетон и железобетон. Оборудование. Материалы. Технологии. – 2011. – № 1. – С. 78-81.
4. Калашников В.И. О применении комплексных добавок в бетонах нового поколения / В.И. Калашников, О.В. Тараканов // Строительные материалы. – 2017. – № 1-2. – С. 62-67.
5. Низина Т.А. Анализ комплексного влияния модифицирующих добавок и дисперсного армирования на физико-механические характеристики мелкозернистых бетонов / Т.А. Низина, А.С. Балыков // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №4. – С. 25-33.
6. Брыков А.С. Метаксаолин / А.С. Брыков // Цемент и его применение. – 2012. – №7-8. – С. 36-40.
7. Метаксаолин – эффективная минеральная добавка для бетонов / Л.И. Дворкин, В.В. Житковский, О.Л. Дворкин, А.Р. Разумовский // Технологии бетонов. – 2015. – №9-10 (110-111). – С. 21-24.
8. Низина Т.А. Мелкозернистые дисперсно-армированные бетоны на основе комплексных модифицирующих добавок / Т.А. Низина, А.Н. Пономарев, А.С. Балыков // Строительные материалы. – 2016. – №7. – С. 68-72.
9. Rakhimov R.Z. Properties of Portland cement paste incorporated with loamy clay / R.Z. Rakhimov, N.R. Rakhimova, A.R. Gaifullin, V.P. Morozov // Geosystem Engineering. – 2017. – Т. 20. – №6. – С. 318-325.
10. Гайфулин А.Р. Влияние добавок глинистых в портландцемент на прочность при сжатии цементного камня / А.Р. Гайфулин, Р.З. Рахимов, Н.Р. Рахимова // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 7 (59). – С. 66-73.
11. Fernandez R. The origin of the pozzolanic activity of calcined clay minerals: A comparison between kaolinite, illite and montmorillonite / R. Fernandez, F. Martizena, K.L. Scrivener // Cement and Concrete Reserch. – 2011. – № 41. – P. 113-122.
12. Минерально-сырьевая база строительной отрасли Мордовии: практ. пособие. Ч. 1: Глины и суглинки / В.П. Селяев, А.А. Ямашкин, Л.И. Куприяшкина [и др.]. // Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. – 2013. – 152 с.
13. Опыт применения обожжённой глины в качестве минеральной добавки к цементным композитам / В.В. Володин, Т.А. Низина, А.С. Балыков, Д.И. Коровкин, И.С. Козлятников, Д.С. Башкаев, А.А. Григорьева // Долговечность строительных материалов, изделий и конструкций : материалы Всеросс. науч.-техн. конф. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2018. – С. 36-42.
14. Ляшенко Т.В. Методология рецептурно-технологических полей в компьютерном строительном материаловедении / Т.В. Ляшенко, В.А. Вознесенский // Одесса: Астропринт. – 2017. – 168 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШЛАКА ОЭМК НА СВОЙСТВА КЛИНКЕРА И ЦЕМЕНТА

Новоселов А.Г., канд. тех. наук, доцент,
Вакуленко Е.А., магистрант,
Ершова Ю.И., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Осуществлена комплексная оценка состава шлака ОЭМК, изучены процессы, протекающие при его нагревании. Проанализирована эффективность замены железосодержащего компонента сырьевой смеси данным шлаком в производстве цемента сухим способом. Рассмотрено влияние шлака на микроструктуру клинкера и прочность цемента.

Ключевые слова: шлак ОЭМК, железосодержащий компонент, сухой способ, термический анализ.

В производстве цемента в большинстве случаев используется природное сырье, такое как известняк, глина, мергель и др. Но в последнее время существует тенденция к развитию использования вторичных ресурсов как сырья для производства строительных материалов. Это вызвано, в первую очередь, повышающимися требованиями к сохранению благоприятной экологической обстановки. А также стремлением к экономии сырьевых материалов и замене их на более дешевые и доступные.

Одним из таких техногенных отходов является шлак Оскольского электрометаллургического комбината. Шлак получают в результате плавки чугуна и различных металлов. Выход данного шлака составляет лишь 7-10% от массы вырабатываемой стали, поэтому используется он реже других [1].

Для дальнейшего использования шлак проходит несколько стадий обработки: дробление, фракционирование и магнитная сепарация. После переработки он находит применение во многих отраслях промышленности. Из него производят щебень для дорожного строительства, минеральные удобрения, шлаковату, бесклинкерные вяжущие и сухие строительные смеси [2, 3, 4]. Также существует возможность использования шлака ОЭМК как сырьевого компонента при производстве цемента мокрым и сухим способами [5,6].

Стоит учитывать, что химический состав шлака непостоянен и зависит от вида выпускаемой стали и способа его охлаждения.

Структура сталеплавильных шлаков довольно неустойчива: куски шлака растрескиваются и рассыпаются в порошок. Это объясняется наличием свободной извести, которая под действием влаги и воздуха гидратирует, увеличивается в объеме, что и вызывает разрушения.

Таблица 1 - Химический состав шлака ОЭМК, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	ППП
26,62	4,35	12,84	40,63	8,60	0,38	0,11	0,25	6,21

Данный вид шлака имеет очень сложный состав – в них может наблюдаться до 20 различных минералов, в том числе и характерных для портландцементного клинкера. Шлак характеризуется высоким содержанием CaO (более 40%) и Fe₂O₃ (более 10%) (табл. 1). Данный шлак имеет модуль основности 1,59, поэтому считается известковым.

С помощью рентгенофазового анализа шлака выявлено, что основными фазами являются гидросиликат кальция C₂SH(Å) (2,858 Å, 2,734 Å, 2,600 Å, 2,478 Å, 2,270 Å, 1,888 Å), γ-C₂S (3,018 Å, 2,793 Å, 2,332 Å, 2,029 Å), вюстит FeO (2,146 Å), гематит Fe₂O₃ (2,940 Å, 2,698 Å), периклаз MgO (2,117 Å), кальциевомагниевого состава, портландит Ca(OH)₂ (1,929 Å) (рис. 1).

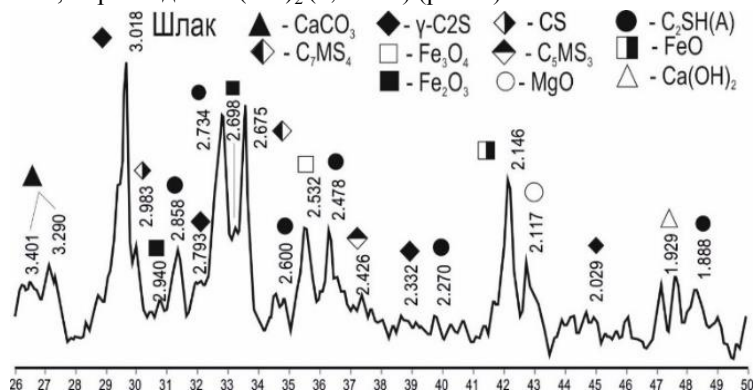


Рисунок 1 - Фазовый состав шлака ОЭМК

По результатам комплексного термического анализа наблюдается несколько эндотермических эффектов (рис. 2). Первый из них при температуре 113°C характеризует удаление физической влаги, максимальное выделение, которой, фиксируемое масс-спектрометром, приходится на температуру 134°C. Выделение влаги из образца

протекает до температуры 630°C. При этом происходит дегидратация гидросиликатов кальция во всем температурном интервале до 630°C. Об этом свидетельствует отсутствие возврата к базовой линии кривых ДСК и ДТГ. Эндозффект при температуре 392°C предположительно соответствует дегидратации $\text{Ca}(\text{OH})_2$. На кривой изменения выделения влаги также фиксируется максимум с температурой 399°C. С температуры 300°C фиксируется незначительное выделение углекислого газа CO_2 , количество которого увеличивается при подъеме температуры до 411°C и держится до температуры 435°C. От температуры 435°C наблюдается интенсивное выделение CO_2 , максимум которого приходится на 749°C. На кривых ДСК и ДТГ фиксируются эндозффект и увеличение скорости потери массы при температуре 747 и 744°C соответственно. Углекислый газ выделяется при декарбонизации карбоната кальция CaCO_3 , а низкая температура разложения карбоната кальция обусловлена тем, что этот процесс интенсифицируется процессом дегидратации веществ, входящих в состав шлака ОЭМК.

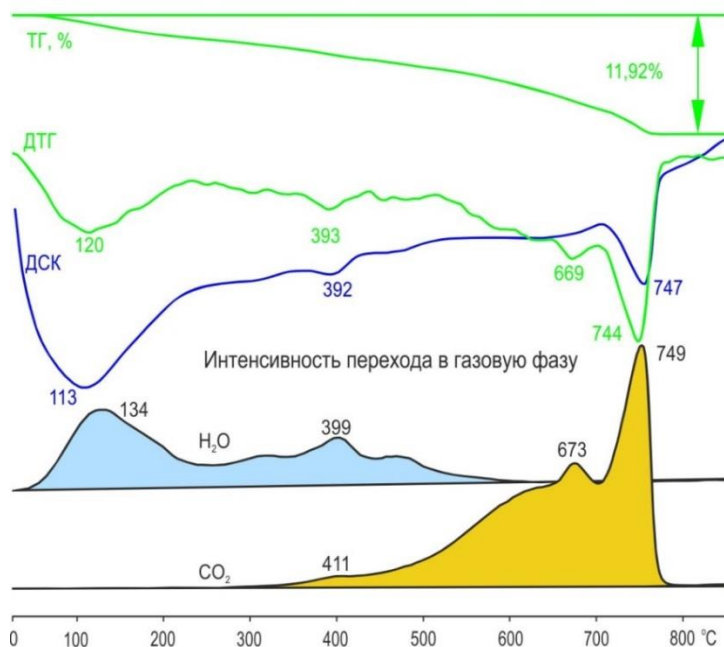


Рисунок 2 - Комплексный термический анализ шлака ОЭМК

На основе результатов проведенных анализов сделано предположение о возможности использования шлака ОЭМК как сырьевого компонента для производства цемента в качестве железосодержащей корректирующей добавки. Для проведения исследований были рассчитаны и подготовлены четыре сырьевые смеси со сходными характеристиками клинкера для получения сопоставимых результатов. Сырьевые смеси отличались содержанием шлака ОЭМК: сырьевая смесь №1 – 0%, №2 – 10%, №3 – 15% и №4 – 20%. Сырьевыми компонентами послужили известняк, глина четвертичная (Г.Ч.), глина юрская (Г.Ю.), отличающиеся содержанием SiO_2 и Al_2O_3 , шлак аглодоменный (Ш.А.) и боксит.

Таблица 2 - Характеристики сырьевых смесей

Химический состав сырьевых смесей, %									
Сырьевая смесь	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	ППП
№1 (0% шлака)	13,32	3,72	3,07	42,32	1,11	0,62	0,52	0,14	34,97
№2 (10% шлака)	14,52	3,31	2,37	43,87	1,70	0,26	0,37	0,16	33,23
№3 (15% шлака)	14,03	3,78	3,05	44,00	2,08	0,25	0,32	0,16	32,09
№4 (20% шлака)	13,54	4,25	3,72	44,13	2,46	0,25	0,28	0,16	30,95
Компонентный состав сырьевых смесей, %									
Шлак	Известняк	Г.Ч.	Г.Ю.	Ш.А.	Боксит				
0%	78,23	4,11	15,12	2,54	-				
10%	75,28	12,95	-	-	1,80				
15%	71,77	10,07	-	-	3,15				
20%	68,27	7,20	-	-	4,52				

Наличие в составе шлака ОЭМК оксида железа Fe_2O_3 позволяет исключить из состава сырьевых смесей №2, №3 и №4 аглодоменный шлак. Кроме того, повышенное количество оксида кальция CaO в составе шлака позволило уменьшить содержание известняка в сырьевых смесях. С учетом того, что из состава сырьевых смесей, содержащих шлак ОЭМК, исключается глина юрская (Г.Ю.), то в качестве корректирующей алюминатной добавки используется боксит.

Обжиг цементного клинкера выполнялся в лабораторной печи при температуре 1450°C с выдержкой 1 час. Результаты рентгенофазового анализа показали, что синтезированные клинкеры по фазовому составу практически не отличаются друг от друга. Данные клинкеры характеризуются высоким содержанием алита C_3S , наличием белита C_2S , а также трехкальциевого алюмината C_3A и четырехкальциевого алюмоферрита C_4AF .

Для сравнения микроструктуры полученного клинкера проводился петрографический анализ (рис. 3).

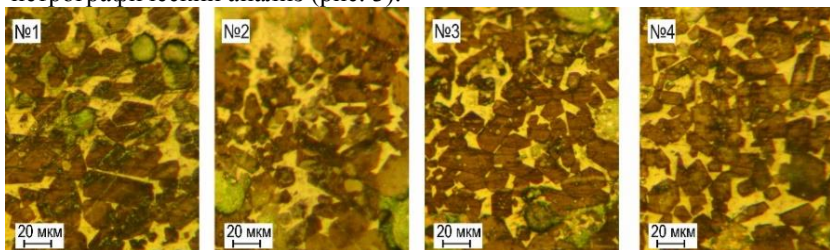


Рисунок 3-Микрофотографии аншлифов клинкера с содержанием шлака ОЭМК в сырьевой смеси: №1 – 0%, №2 – 10%, №3 – 15%, №4 – 20%

Все синтезированные клинкеры имеют четкую кристаллизацию. На микрофотографиях можно наблюдать, что при увеличении количества вводимого шлака в сырьевую смесь уменьшаются размеры кристаллов. Размер кристаллов алита клинкера №1 составляет 20...40 мкм, тогда как для клинкеров №2-4 размер кристаллов алита колеблется в пределах 12...24 мкм. Кристаллы белита во всех четырех клинкерах равномерно распределены и имеют размеры 28...56 мкм.

С целью определения прочности лабораторного цемента, синтезированные клинкеры измельчались в лабораторной мельнице с добавлением двуводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Количество гипса вводилось из расчета того, чтобы содержание SO_3 в цементе составляло 3%. Время помолы до удельной поверхности 330...340 m^2/kg для всех цементов составило 30 минут.

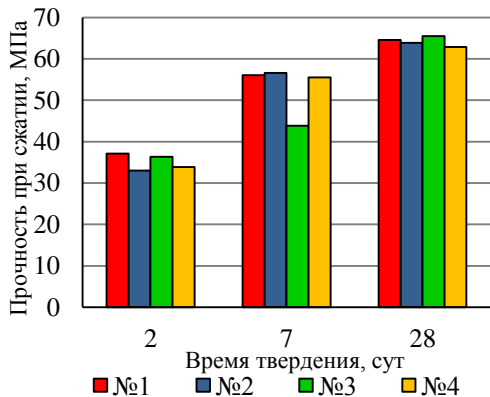


Рис. 4. Прочность образцов при сжатии

Затем формовались малые образцы-кубики с размером ребра 1,41 см из теста нормальной густоты. Образцы в течение суток твердели во влажных условиях, далее помещались в воду с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Изменение прочности цементного камня представлено на рисунке 4. В возрасте двух суток цементы показывают

примерно одинаковые значения прочности. Цемент №3 до семи суток по сравнению с другими образцами набирает прочность медленнее. В возрасте 28 суток все синтезированные цементы показывают близкие друг другу результаты более 60 МПа.

Выводы:

1. Наличие в составе шлака ОЭМК оксида железа Fe_2O_3 и оксида кальция CaO позволяет полностью использовать его в качестве корректирующей железосодержащей добавки и сократить расход известняка на 10% при вводе 20 % шлака ОЭМК.
2. Использование шлака ОЭМК в качестве сырьевого компонента не оказывает существенного влияния на фазовый состав, микроструктуру клинкера и прочность цемента.

Список литературы:

1. Панфилов М.И. Переработка шлаков и безотходная технология в металлургии. М.: Металлургия, 1987. 238 с.
2. Шаповалов Н.А., Загороднюк Л.Х., Тикунова И.В., Щекина А.Ю., Шкарин А.В. Шлаки металлургического производства – эффективное сырье для получения сухих строительных смесей // Фундаментальные исследования. 2013. № 1 (часть 1). С. 167-172.
3. Тамазов М.В., Довженко И.Г., Кондорин А.М., Верещака В.В., Тамазова И.А. К вопросу синтеза шлакощелочного вяжущего на основе саморассыпающегося сталеплавильного шлака // Цемент и его применение. 2012. №3. С. 127 – 129.
4. Кравченко, А.А., Богачев Н.С. Опыт строительства дорожных оснований из электросталеплавильных шлаков ОЭМК // Междунар. студ. форум «Образование. Наука. Производство». Белгород: Изд-во БГТУ, 2002. Ч.2. С. 299.
5. Классен В.К., Текучева Е.В., Кудрявцев В.П. Эффективность замены железосодержащего компонента сырьевой смеси шлаком ОЭМК. // Техника и технология силикатов. 2010. №2. С. 22-26.
6. Ершова Ю.И., Новоселов А.Г. Изучение эффективности использования шлака ОЭМК при производстве цемента сухим способом. [Электронный ресурс] Международная научно-техническая конференция молодых ученых. Белгород, 2018. ISBN 978-5-361-00633-5

ВЛИЯНИЕ БИОЦИДНЫХ ДОБАВОК НА ВОДООТДЕЛЕНИЕ И СРОКИ СХВАТЫВАНИЯ ГЛИНОЗЕМИСТОГО ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА

Огурцова Ю.Н., канд. техн. наук,
Дроздов О.И.

*Белгородский государственный технологический
университет имени В.Г. Шухова*

Аннотация. В целях разработки биостойких композиционных материалов исследовано влияние биоцидных добавок на свойства глиноземистого цементного теста. Показано изменение водоотделения и сроков схватывания цемента в присутствии дезинфицирующих средств: Диновис и Мегадез в различных дозировках.

Ключевые слова: глиноземистый цемент, биоцид, водоотделение, сроки схватывания.

При разработке биостойких материалов важным является установление влияния биоцидных компонентов на параметры цементной системы с целью исключения их негативного воздействия на процессы фазо- и структурообразования [1–4]. Рассмотрим такие параметры, как водоотделение и сроки схватывания цемента в присутствии биоцидов.

Водоотделение – расслоение цементного теста в процессе седиментационного осаждения твердой фазы [5]. Обусловлено избыточное количество твердых частиц бетонной смеси удерживать скоростей водоотделения и испарения выделяемой воды, данное явление не несет за собой отрицательного влияния, что нельзя сказать при иных соотношениях данных параметров. Так, например, повышенное водоотделение приводит к увеличению пористости верхнего слоя бетона, что в свою очередь приводит к понижению биостойкости материала. С другой стороны, если испарение воды с поверхностного слоя идет быстрее, чем водоотделение, то происходит процесс образования трещин вследствие пластической усадки бетонной смеси [6].

Под сроками схватывания понимают процесс начала и конца загустевания бетонной смеси вследствие гидратации цемента. Применять свежеприготовленную бетонную смесь необходимо исключительно до начала процесса схватывания, в противном случае прочность бетона будет низкой, так как схватившееся цементное тесто

утратит клеящую способность. Таким образом, водоотделение и сроки схватывания цементного теста, являются одними из важнейших параметров бетонной смеси, так как они определяют дальнейшие эксплуатационные свойства материала.

Для разработки эффективных биостойких композиционных материалов для агропромышленного комплекса вопрос влияния биоцидных добавок на вышеупомянутые характеристики глиноземистого цемента имеет значительную актуальность [7].

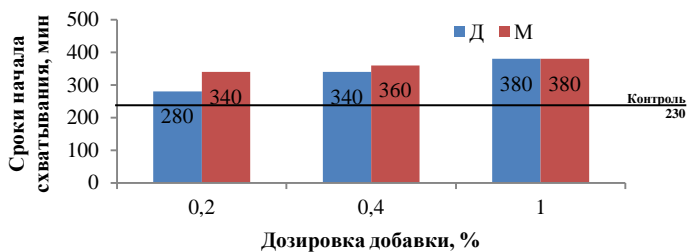
В процессе исследований использовался глиноземистый цемент марки ГЦ-50 по ГОСТ 969–91. В качестве биоцидных компонентов использованы дезинфицирующие средства Диновис (алкилдиметилбензиламмоний хлорид – 7 %, глиоксаль – 7 %, 2-метилмидазол – 0,1 %, функциональные добавки) и Мегадез (алкилдиметилбензиламмоний хлорид – 26,5 %, глутаровый альдегид – 0,55 %, глиоксаль – 7,5 %, а также технологические и функциональные добавки (в том числе неионогенный ПАВ, антикоррозионная добавка, краситель, отдушка, вода дистиллированная)) [8, 9].

Для проведения опытов были взяты дозировки биоцидов: 0,2; 0,4 и 1 % от массы цемента в составе воды затворения. Также был изготовлен контрольный состав без дезинфицирующих средств. Определение сроков схватывания и водоотделения проводились согласно ГОСТ 310.6–85 «Цементы. Методы определения водоотделения» и ГОСТ ГОСТ 310.3–76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема». Полученные данные приведены на рисунке 1.

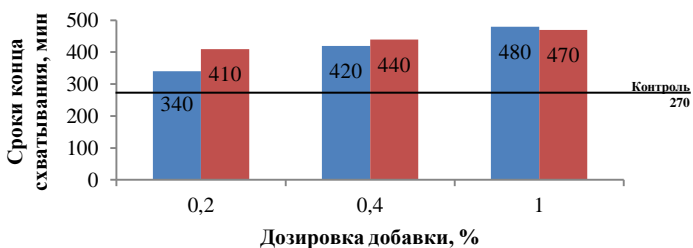
Значения контрольных составов: начало и конец сроков схватывания – 230/270 мин.; водоотделение – 27 %. Согласно полученным данным о сроках схватывания цементного теста, введенные биоциды выступили в данном случае замедлителями схватывания. Они увеличили как период до начала схватывания: Диновис в зависимости от дозировки на 50–150 минут, Мегадез на 110–150 минут, так и период между началом и концом схватывания: Диновис на 20–60 минут, Мегадез на 30–50 минут. Можно отметить, что в случае с Диновисом влияние на сроки схватывания цементного теста в большей степени связано с дозировкой – при минимальной дозировке влияние минимально. При этом влияние Мегадеза достаточно сильно даже при малых дозировках.

Замедляющий эффект исследуемых биоцидов может быть обусловлен как присутствием в их составе соединений хлора и органических кислот, которые традиционно являются замедлителями

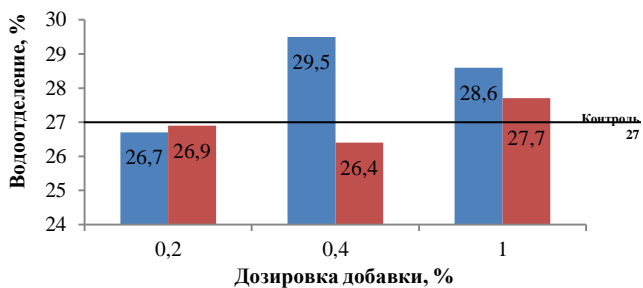
схватывания глиноземистого цемента, так и содержанием поверхностно-активных веществ, которые формируют оболочки на частицах цемента, препятствующие проникновению воды для протекания гидратации.



а



б



в

Рисунок 1 - Начало (а) и конец (б) сроков схватывания, а также, водоотделение (в) глиноземистого цементного теста в зависимости от дозировки биоцида

При анализе полученных данных о водоотделении не было выявлено зависимости от концентрации. В частности, при использовании 0,2 % Мегадеза и Диновиса коэффициент водоотделения уменьшается на 0,4 и 1,2 % соответственно. Увеличение дозировки Мегадеза до 0,4 % приводит к дальнейшему уменьшению водоотделения на 2 %. В случае с Диновисом наблюдается обратный эффект и водоотделение увеличивается на 9,2 %. При использовании 1 % биоцидов коэффициент водоотделения увеличивается на 2,6 % для Мегадеза и 3,7 % для Диновиса. Таким образом, значительного влияния биоцидов на коэффициент водоотделения глиноземистого цемента не выявлено.

Изменение параметров водоотделения цемента при использовании биоцидов может быть обусловлено замедлением гидратации цемента и структурообразования цементного теста, изменением объема выделившейся воды; изменением скорости оседания и эффективности уплотнения осевших частиц за счет формирования оболочек поверхностно-активных веществ вокруг частиц цемента; пенообразования цементной смеси, в результате чего, часть частиц цемента длительное время остается в пене и не участвует в процессе седиментации, что искажает результаты эксперимента.

Полученные результаты позволяют продолжить разработку эффективных биостойких композиционных материалов для агропромышленного комплекса, но для установления механизма влияния биоцидов на цементную систему требуется проведение дополнительных исследований с использованием методов реологии, калориметрии и др.

Работа выполнена при финансовой поддержке в форме государственного задания Минобрнауки России, проект 7.872.2017/4.6.

Список литературы:

1. Строкова В.В., Рыкунова М.Д., Нелюбова В.В. Актуальность применения строительных композитов активного действия с учетом биоценоза животноводческих комплексов и ферм / Образование, наука, производство: сб. трудов VII Междунар. молодежного форума // Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова (Белгород, 20–22 окт. 2015 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 772–776.
2. Рыкунова М.Д., Строкова В.В. Перспектива применения биоцидов для защиты материалов от биоповреждений / Современные проблемы строительной науки: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. // Липецкий гос. технич. ун-т (Липецк, 08–10 февр. 2017 г.), Липецк: Изд-во Липецкого государственного технического университета.

- С. 192–198.
3. Тумашова М.Д., Нелюбова В.В. Влияние биоцидных компонентов различного состава на прочностные свойства цементных растворов / Современные строительные материалы, технологии и конструкции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. // Грозненский гос. нефтяной технич. ун-т им. акад. М.Д. Миллионщикова» (Грозный, 24–26 марта 2015 г.), Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. С. 279–283.
 4. Nelyubova V., Vasilenko M., Rykunova M., Danakin D., Strokova V. Comparative characteristics of binders resistance for building composites to mold fungi // В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. «27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018», 2018. С. 04050.
 5. Бутт Ю.М., Окорочков С.Д., Сычев М.М., Тимашев В.В. Технология вяжущих веществ. М: Высшая школа, 1965. 620 с.
 6. Нормантович А.С. Регулирование процесса водоотделения цементно-водных дисперсных систем: дис.... канд. техн. наук. Белгород, 2005. 130 с.
 7. Строкова В.В., Нелюбова В.В., Рыкунова М.Д. Некоторые аспекты проектирования объектов АПК с учетом специфики их эксплуатации / Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона: сб. науч. трудов по материалам VI Международной науч.-практич. конф., Саратов: Изд-во СГТУ, 2018. С. 199–203.
 8. Рыкунова М.Д., Нелюбова В.В., Карнаухова М.Д. Экоотоксикологические исследования биоактивных компонентов / Инновации в строительстве – 2017: материалы междунар. науч.-практич. конф. // Брянский государственный инженерно-технологический университет (Брянск, 20–22 нояб. 2017 г.), Брянск: Изд-во БГИТУ, 2017. С. 121–126.
 9. Strokova V., Nelyubova V., Vasilenko M., Goncharova E., Rykunova M., Kalatozi E. Comparative evaluation of the activity of commercial biocides in relation to micromycetes // В сборнике: AIP Conference Proceedings 14. Сер. «Prospects of Fundamental Sciences Development, PFSD 2017 – Proceedings of the XIV International Conference of Students and Young Scientists» 2017. С. 050006.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРХЭФФЕКТИВНЫХ БЕТОНОВ

Погорелова И.А., канд. техн. наук, доцент,
Малоюкова М.В., канд. техн. наук, ст. преподаватель,
Корякина А.А., аспирант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Применение сверхэффективных бетонов позволяет уменьшить габариты опалубки для колонн, балок и стеновых элементов, увеличить несущую способность конструкций. Применяются при высотном строительстве, возведении мостов, устройстве промышленных напольных покрытий, а также в современном методе 3D - печатной опалубки.

Ключевые слова: сверхэффективные бетоны, УНРС-ультравысокоэффективный бетон, декоративные материалы, композиционные материалы, опалубка, малые архитектурные формы.

В последние годы серьезно вырос интерес к производству бетоны функционального назначения, так называемых сверхэффективных бетонов, которые по многим показателям качества соответствуют или превышают основные технологические требования и физико-механические характеристики, регламентированные стандартами. Такие бетоны в зарубежных странах получили название УНРС (Ultra-High Performance Concrete – ультравысокоэффективный бетон), на сегодняшний день это название используется и в России. Применение УНРС (рис.1) позволяет проектировать и создавать конструкции и сооружения, отличающиеся тонкостенностью конструкции, сохраняя высокую несущую способность. Особо следует отметить, что применение одного из видов УНРС позволяет проектировать конструкции практически неограниченной архитектурной формы и повышенной долговечности [1...3].

Основные преимущества УНРС (Ultra-High Performance Concrete – ультравысокоэффективный бетон):

– Ультратонкий высокопрочный бетон, как суперсовременный материал, значительно превосходит по своим свойствам аналоговые декоративные материалы, такие как традиционный железобетон и композиционные материалы, применимые на сегодняшний день в возведении декоративных конструкций [4];

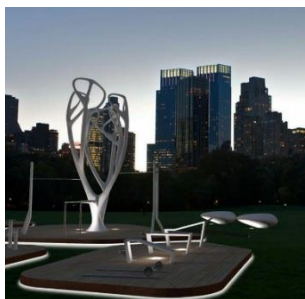


Рисунок 1 - Применение УНРС на примере малых архитектурных форм

– Состав УНРС значительно отличается от бетона в стандартном понимании. Это точно рассчитанная многокомпонентная система, позволяющая формировать материал с полифункциональной матрицей, в котором преодолена одна из главных проблем бетона – низкая прочность на изгиб, за счет введения в смесь дисперсной арматуры. В конструкциях с одинаковой нагрузочной способностью УНРС необходимо в два-три раза меньше, чем обычного бетона [5...9]. Конструкции из ультравысокоэффективного бетона имеют значительно меньшую площадь поперечного сечения, больший пролет и существенно большую долговечность. Долговечность обеспечивается высокой плотностью бетона, что ограничивает распространение коррозии как самого бетона, так и стальных элементов внутри конструкции при воздействии агрессивных факторов, в том числе циклов замораживания-оттаивания.

Композиционные материалы имеют низкую ремонтпригодность и технологичность. Но при этом, в связи с необходимостью применения специальных трудоёмких методов, инструментов для доработки и

ремонта объектов, а также невозможностью (в некоторых случаях) доработки и ремонта, к недостаткам можно отнести высокую стоимость эксплуатации [10].

Композиционные материалы склонны впитывать влагу, что обусловлено несплошной внутренней структурой. При длительном сроке эксплуатации и многократных перепадах температур вода, проникающая в структуру композиционного материала, разрушает изделие.

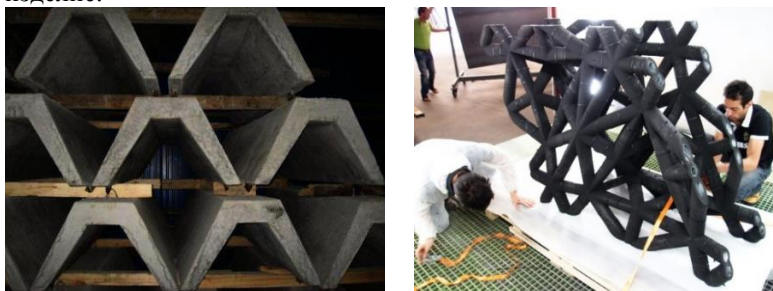


Рисунок 2 - Применение УРНС на примере конструктивных элементов

Применение традиционного железобетона при строительстве современных декоративных конструкций серьезно ограничивается дизайном конструкции, сложностями в монтаже и транспортировке (рис. 2). С эстетической точки зрения, восприятие искусственных каменных материалов, и прежде всего железобетона, связано с визуальным ощущением «каменности», тяжести. Кроме того, физико-механические характеристики не обеспечивают достаточной долговечности конструкциям.

Однако, применение ультратонкого бетона решает вопрос физико-механических и эстетических характеристик конструкции лишь частично, так как слишком многое зависит от качества лицевой поверхности, и как следствие, от опалубки. Технически верное решение при конструировании опалубки, а также правильно подобранный материал и вариант ее исполнения позволит вывести на новый уровень применение ультратонких бетонов (рис. 3).

На сегодняшний день значительное количество НИОКР направлено на внедрение в сферу архитектуры и строительства инновационных цифровых технологий [11...13]. Так как сейчас в архитектуре очень востребованы нестандартные дизайнерские решения и подходы к проектированию уникальных сооружений, в контексте одного здания

может использоваться небольшая партия геометрически сложных элементов, индивидуальных по своему конструктивному исполнению. Новаторским подходом в решение этого вопроса является 3D-печатная опалубка.

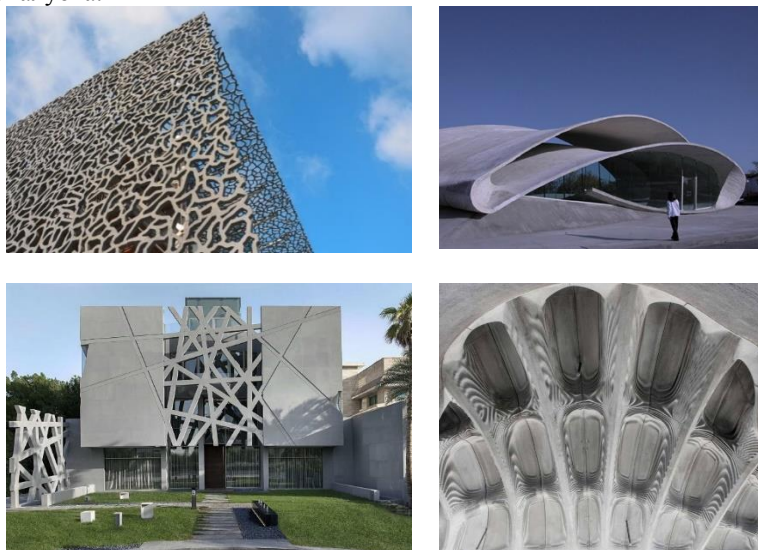


Рисунок 3 - Применение УНРС на примере декоративных элементов

Совместное применение УНРС и 3D-печатной опалубки при производстве позволит получать высокотехнологичные и архитектурно-выразительные конструктивные элементы зданий и малые архитектурные формы благоустройства территорий, позволяющие реализовать практически неограниченные концептуальные решения архитекторов и дизайнеров.

Список литературы:

1. В. Мещерин. Высокопрочные и сверхпрочные бетоны: технологии производства и сферы применения // Журнал «СтройПРОфиль» №8. – 2008.
2. Дилленбургер. 3D-печатная опалубка для производства оптимизированной бетонной плиты // Журнал «СРІ Международное бетонное производство». №1 – 2019.
3. Sulejmanowa L.A., Lessowik W.S., Kara K.A., Lessowik G.A. Zum problem der optimisierung von porigkeit des zellbetons der

- nichtautoklaven erhärtung // В сборнике: 19-te INTERNATIONALE BAUSTOFFTAGUNG IBAUSIL 2015. 2015. С. 1343-1349.
4. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Слепухин А.С., Плехова С.И. Высокотехнологичные бетоны с использованием суперпластифицирующих добавок на основе поликарбоксилата // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 63-66.
 5. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.
 6. Сулейманова Л.А., Гридчин А.М., Малюкова М.В., Морозова Т.В. Повышение архитектурной выразительности плит бетонных тротуарных // В сборнике: Научное развитие технологий и инновации Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 347-353.
 7. Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. Общая закономерность создания строительных материалов с требуемыми свойствами // В сборнике: Современные проблемы строительного материаловедения Материалы седьмых академических чтений. 2001. С. 77-80.
 8. Сулейманова Л.А., Малюкова М.В., Погорелова И.А., Корякина А.А. Формирование пространственной среды с учетом колористики // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 62-66.
 9. Suleymanova L.A., Pogorelova I.A., Kirilenko S.V., Suleymanov K.A. Physical basis of destruction of concrete and other building materials // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Ser. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Simulation and Automation of Production Engineering" 2018. С. 022082.
 10. Сулейманова Л.А. Декоративные элементы как способ эстетического осмысления пространства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 109-115.
 11. Lukutsova N., Pashyan A., Khomyakova E., Suleimanova L., Kleymienteva Yu. The use additives based on industrial wasted for concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 111. № 11. С. 7566-7570/
 12. Сулейманова Л.А., Огнев Н.В. Оценка возведения стен здания с помощью 3D-принтера в сравнении с традиционным строительством из бетонных блоков // Университетская наука. 2017. № 2 (4). С. 13-15.
 13. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Огнев Н.В. Особенности проектирования и возведения здания с применением аддитивных технологий строительства // Сборник докладов Zbornik Radova Visoke tehničke škole strukovnih studija г. Ниш, Сербия. 2018. С. 182-186.

РЕОЛОГИЯ МОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕНОБЕТОНА НА ОСНОВЕ БЕСЦЕМЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО

Сивальнева М.Н., канд. техн. наук,

Кобзев В.А., канд. техн. наук

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Исследование реологии смесей определяет выбор режимов их перемешивания, транспортирования и формования. В связи с этим были определены реотехнологические свойства пенобетона на основе бесцементного алюмосиликатного вяжущего. В работе выявлено, что повышение вязкости, вызванное модификацией раствором поливинилового спирта, является незначительным, что не ведет к существенному изменению реологических характеристик смеси.

Ключевые слова: пенобетон, бесцементное вяжущее, реология.

Изучение реологических характеристик является важным этапом проектирования строительных материалов [1, 2], в частности пенобетонных изделий [3]. Необходимость определения поведения смесей и способности их однородно растекаться и принимать заданную форму обуславливает выбор режимов перемешивания, подачи и формования пенобетонной смеси. Проведение данных мероприятий позволит повысить качество изделий за счет уменьшения зависимости от внешних воздействий и колебаний технологических параметров в процессе производства, а также будет способствовать стабилизации основных эксплуатационных характеристик готовых изделий.

Объектом исследования в данной работе являются пенобетонные смеси, полученные на основе бесцементной высококонцентрированной алюмосиликатной вяжущей суспензии (ВАВС) [4].

Сначала были рассмотрены три способа приготовления пенобетонных смесей на основе ВАВС (рисунок 1).

Первый способ состоит из нескольких стадий и заключается в предварительном приготовлении пены на максимальных оборотах лабораторной мешалки (1000 об./мин.). Далее был приготовлен 5-% раствор поливинилового спирта (ПВС) и смешан с вяжущим компонентом, который вводился в пену. При этом скорость вращения мешалки снижена до 200–300 оборотов в минуту.

Второй способ представлен тремя стадиями:

1) активация водного раствора пенообразователя до получения однородной и густой пены;

- 2) смешение пены с раствором ПВС;
- 3) введение вяжущего.



Рисунок 1 – Способы приготовления модельных систем пенобетонных смесей на основе BABC

Быстрое введение компонентов негативно сказывается на стабильности системы, поэтому скоростной режим на разных стадиях аналогичен первому способу.

Третий способ, с технологической точки зрения, наиболее простой, так как подразумевает одновременное смешение всех компонентов. Скорость вращения рабочего ротора мешалки постепенно поднимается до максимальной (1000 об./мин.).

Визуальное наблюдение за состоянием смесей, их однородностью и стойкостью, а также определение основных свойств, как пенобетонной смеси, так и конечного изделия, не показали значительных отличий. Поэтому оптимальным способом получения пенобетона на основе бесцементного BABC следует считать третий способ, то есть одновременное перемешивание всех компонентов смеси.

Согласно данному способу были получены пенобетонные смеси и проведены реологические исследования. При этом были приготовлены модельные системы образцов двух видов при разном водотвердом отношении ($V/T = 0,35; 0,4; 0,45$ и $0,5$): немодифицированные пенобетонные смеси и модифицированные раствором поливинилового спирта.

Исследования проводились на ротационном вискозиметре Rheotest RN4.1 (Центр высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова). Результатом работы прибора являются реограммы, отображающие поведение систем в период начала вращения рабочего ротора до максимально заданной скорости (120 об./мин.), время съемки составляло 60 секунд.

Исследование показало, что пробы на всем диапазоне измерения (градиент скорости сдвига от 5 до 25 c^{-1}) характеризуются свойственным для данных систем тиксотропным типом течения с плавным снижением вязкости (рисунок 2).

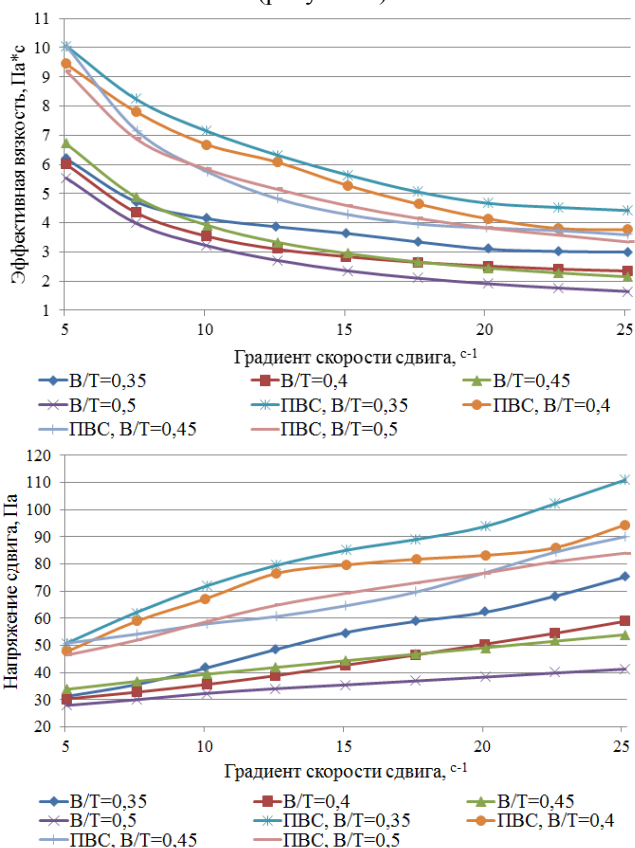


Рисунок 2 – Реограммы пенобетонных смесей на основе ВАВС при разном водотвердом отношении

Результаты всех составов немодифицированных пенобетонных смесей на основе бесцементного ВАВС при различном водотвердом отношении схожи и не имеют значительных отличий. Первоначальная вязкость данных образцов находится в диапазоне 5,5–6,7 Па·с. С ростом градиента скорости сдвига вязкость уменьшается, и графики

выполаживаются. Как и следовало ожидать, снижение вязкости обусловлено изменением водотвердого отношения в следующей последовательности: $V/T=0,35 \rightarrow 0,4 \rightarrow 0,45 \rightarrow 0,5$. Однако образец, представляющий собой смесь с $V/T= 0,45$, имеет более высокую начальную вязкость, но разница не велика и составляет около 7 %, что можно отнести к погрешности измерения.

Модифицирование пенобетонных смесей раствором ПВС привело к повышению вязкости системы до 38 %. При этом тип течения и поведение смесей не меняется и зависит от водотвердого отношения.

Таким образом, повышение вязкости, вызванное модификацией, является незначительным, что не ведет к существенному изменению реотехнологических свойств готовых растворных масс пенобетона на основе бесцементного алюмосиликатного вяжущего. Следовательно, технологические сложности при транспортировании смесей к пунктам формирования будут отсутствовать.

Работа выполнена в рамках реализации Стипендии Президента СП-2116.2018.1.

Список литературы:

1. Строкова В.В., Нелюбова В.В., Бондаренко А.И., Кобзев Е.В. Реотехнологические свойства суспензий механоактивированных кварцевых компонентов и композиционных вяжущих на их основе // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31–2 (50). С. 179–185.
2. Рыкунова М.Д., Нелюбова В.В., Строкова В.В. Особенности реологии цементных паст с компонентами активного действия // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2017. № 8. С. 98–100.
3. Нелюбова В.В., Алтынник Н.И., Строкова В.В., Подгорный И.И. Реотехнологические свойства ячеистобетонной смеси с использованием наноструктурированного модификатора // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 2. С. 58–61.
4. Кобзев В.А., Сивальнева М.Н., Нелюбова В.В. Высококонцентрированная алюмосиликатная вяжущая суспензия из гранодиорита // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 1. С. 12–18.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ ИЗ МАЛОПЛАСТИЧНОГО НЕСПЕКАЮЩЕГОСЯ СЫРЬЯ

Столбоушкин А.Ю., д-р техн. наук, профессор,
Фомина О.А., канд. техн. наук,
Актст Д.В., аспирант

Сибирский государственный индустриальный университет

Аннотация. Разработаны модели структуры строительного керамического матричного композита на основе малопластичного неспекающегося техногенного и природного сырья. Макроструктура материала состоит из матрицы, сформированной из легкоплавкой глинистой компоненты шихты, и ядер, сформированных из неспекающегося техногенного сырья. Представлена модель формирования переходного слоя из продуктов взаимодействия оболочки и ядра керамического матричного композита.

Ключевые слова: керамический матричный композит, дисперсионная среда, дисперсная фаза, переходный слой, граница раздела фаз.

На современном этапе развития технологии строительных материалов можно выделить следующие основные предпосылки получения новых видов керамических изделий матричной структуры:

- сокращение запасов качественного глинистого сырья;
- повышение эффективности технологии компрессионного формования керамических строительных материалов [1];
- необходимость в утилизации техногенных минеральных отходов, по своим свойствам близким к неспекающемуся малопластичному глинистому сырью;
- развитие теоретических основ формирования керамических изделий полусухого прессования отечественной научной школой керамики.

«Классические» способы производства строительных керамических материалов из природного сырья неэффективны при переработке тощих суглинков и техногенных отходов, а получаемые изделия не обладают необходимыми эксплуатационными и эстетическими свойствами. Поэтому актуальной является разработка теоретических основ формирования рациональной структуры композиционных материалов из техногенного сырья, результатом которой станут новые технологии производства строительных материалов.

В соответствии с разработанной теоретической моделью [2] керамические матричные композиты можно получить путем «укрупнения» дисперсных частиц отходов в отдельные агрегаты, покрытием их глинистым веществом с последующим прессованием изделий, их сушкой и обжигом. Такая технология позволит сформировать пространственный ячеистозаполненный каркас. При обжиге дисперсионная среда будет продуцировать жидкую фазу, которая внедрится в периферийную зону дисперсной фазы (рис. 1) и после кристаллизации образует прочную матричную структуру.

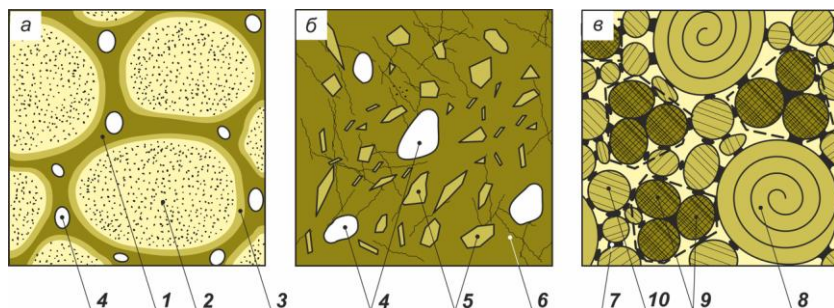


Рисунок 1 - Модели макроструктуры керамического матричного композита (а), микроструктуры его матрицы (б) и ядер, сформированных из непластичного неспекающегося сырья (в): 1 – матрица (наполненное связующее); 2 – ядро (агрегированный наполнитель); 3 – переходный слой между матрицей и ядром; 4 – поры; 5 – наполнитель матрицы (кристаллическая фаза); 6 – связующее матрицы (стекловидная фаза); 7 – пиропластичная фаза; 8 – укрупненные агрегаты частиц; 9 – кластеры; 10 – не агрегированные частицы

Сформированный таким образом керамический матричный композит из техногенного сырья будет иметь полиструктурное строение [3]. При этом гранулы из отходов выступают в роли наполнителя и образуют систему второго уровня. После прессования и обжига опудривающий слой, сформированный из глины, будет представлять собой наполненное связующее и образует систему первого уровня.

По определению композиционные материалы неоднородны в микромасштабе и однородны в макромасштабе [4]. Проведенные ранее исследования строительной керамики на основе техногенных отходов

показывают, что равномерное распределение элементов микроструктуры материала после обжига практически недостижимо [5].

Согласно модели формирования структуры керамического матричного композита из техногенного сырья аморфизированное вещество, образующееся за счет легкоплавких примесей, будет соединять зерна кристаллических фаз между собой.

Теоретически можно предположить, что структура наполненного связующего, содержащего стеклофазу (матрица – 1, рис. 1, *a*) и образующего пространственный ячеистозаполненный каркас матричного композита, в свою очередь, должна иметь внутреннее «армирование». Для матрицы внутренний армирующий каркас будет формироваться из реликтовых порообразующих минералов типа кварца, полевых шпатов и др., а также минеральных фаз, вновь образованных в результате высокотемпературного синтеза при обжиге керамики (рис. 1, *b*).

В процессе формирования ядер при получении керамических матричных композитов путем «укрупнения» дисперсных частиц техногенного сырья в гранулы упорядоченное распределение микроструктурных элементов техногенных отходов возможно только в отдельных локальных зонах. В процессе грануляции по сечению гранул будут формироваться агрегаты частиц, связанных поверхностными силами, кластеры – группы частиц, склеенных связкой из жидкой фазы, и индивидуальные не агрегированные частицы (поз. 8, 9, 10, рис. 1, *в*).

Такое сырьевое строение гранул будущего композиционного материала в дальнейшем обеспечит наилучшее сочетание эксплуатационных свойств, прежде всего, прочности и водопоглощения за счет плотной упаковки частиц при грануляции. Однако, достижение необходимого результата возможно только при условии оптимального насыщения внутренней системы ядра пиропластичным связующим, обеспечивающим плотную «контактную сварку» частиц твердой фазы при обжиге (пиропластичная фаза – 7, рис. 1, *в*).

Теоретически взаимодействие микроструктурных элементов гранулированных техногенных отходов при обжиге (процесс спекания) может протекать как через вязкий, обычно стекловидный, расплав (жидкофазное спекание), так и при непосредственном контакте твердыми поверхностями (твердофазное спекание).

Принимая во внимание то обстоятельство, что максимальная температура обжига строительной керамики обычно не превышает 1000-1050°C, формирования значительного количества жидкой пиропластичной фазы обычно не происходит. Поэтому в масштабах

гранулы процесс протекает по схеме твердофазного спекания, при этом, как правило, полного спекания ядер не происходит (эффект недоспеченных ядер или конгломератов).

Таким образом, для достаточного внутреннего насыщения гранул пиропластичной связкой, объединяющей агрегаты, кластеры и отдельные частицы в единую систему, в зависимости от вещественного состава и технологических свойств неспекающегося техногенного сырья в ряде случаев может потребоваться искусственное обогащение техногенных отходов корректирующими добавками легкоплавкой глины или плавня. Учитывая незначительный объем жидкой фазы, необходимой для спекания структурных элементов заполнителя в местах их контакта друг с другом по типу «точечной сварки», количество добавки не должно превышать 7-10 % от общего объема гранулируемого сырья.

Напротив, в граничном слое при определенных условиях, связанных с образованием значительного количества низкотемпературной эвтектики за счет введения плавней или химического взаимодействия компонентов оболочки с продуктами разложения термоактивных компонентов гранул, можно предположить преимущественное развитие схемы жидкофазного спекания в матрице композита.

При разработке теоретической модели отдельно стоит остановиться на формировании переходного слоя между матрицей и ядром композита (поз. 3, рис. 1, *a*). В общем виде механизм взаимодействия между матрицей и заполнителем керамического композита может быть двух типов [6]. Не рассматривая первый тип, без образования переходного слоя, предположим, что процесс формирования внутренних поверхностей раздела фаз или компонентов будет затрагивать приграничные зоны дисперсной фазы (гранулы из дисперсных частиц) и дисперсионной среды (матрицы из легкоплавкой глины). В этом случае сформированная внутренняя поверхность раздела фаз в композите будет относиться к типу, характеризующемуся переходным слоем (рис. 2).

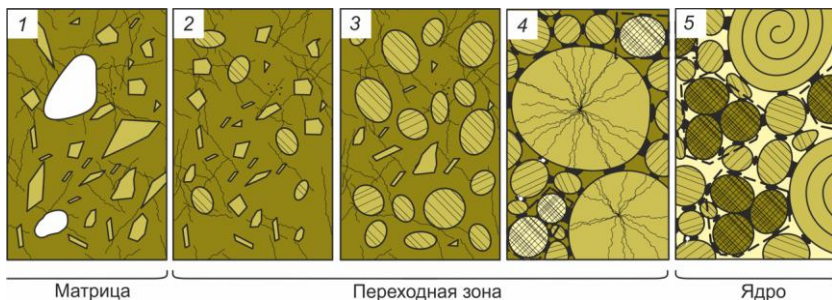


Рисунок 2 - Модель формирования переходного слоя из взаимодействия оболочки и ядра керамического матричного композита: 1 – матрица (оболочка); 2 – переходная зона со стороны оболочки; 3 – центральная область переходной зоны; 4 – переходная зона со стороны ядра; 5 – ядро

В процессе обжига переходный слой сформируется из продуктов взаимодействия компонентов матрицы и ядра (гранулированный наполнитель) и имеет свойства, отличающиеся от свойств исходных материалов [6].

Проведенные экспериментальные исследования [7] подтвердили адекватность разработанной модели строительного керамического матричного композита. Установлено взаимодействие матричной оболочки с силикатными и оксидными фазами ядра, что обеспечивает высокую прочность композита после обжига. Например, прочность строительной керамики с матричной структурой из непластичных шламов обогащения железных руд (70-80 % по массе) и суглинка (20-30 % по массе) при суммарном содержании глинистых 5-6 % по массе составляет 15-24 МПа после обжига при 1050°C, что превышает аддитивную прочность керамического материала после обжига смеси компонентов в 1,5-2 раза.

Результаты исследования получены в рамках выполнения госзадания Минобрнауки РФ, шифр проекта № 7.7285.2017/8.9 «Фундаментальные исследования в области строительных керамических композиционных материалов с матричной структурой на основе техногенного и природного сырья».

Список литературы:

1. Ашмарин Г.Д., Курносов В.В., Беляев С.В., Ласточкин В.Г. Обоснование эффективности компрессионного формования керамических строительных материалов // Строительные материалы. 2011. № 2. С. 8–9.
2. Столбоушкин А.Ю. Теоретические основы формирования керамических матричных композитов на основе техногенного и природного сырья // Строительные материалы. 2011. № 2. С. 10–13.
3. Хрулев В.М., Тентиев Ж.Т., Курдюмова В.М. Состав и структура композиционных материалов. – Бишкек: Полиглот, 1997. 124 с.
4. Композиционные материалы: справочник / под ред. Д.М. Карпиноса. – Киев: Наукова думка, 1985. 592 с.
5. Столбоушкин А.Ю. Формирование прочной структуры керамического кирпича на основе шламистой части хвостов обогащения железных руд // Комплексное использование минерального сырья. 1993. № 2. С. 80–84.
6. Кристенсен Р. Введение в механику композитов. – М.: Мир, 1982. 336 с.
7. Столбоушкин А.Ю., Верещагин В.И., Фомина О.А. Фазовый состав переходного слоя ядро–оболочка строительной керамики матричной структуры из непластичного сырья с добавками глины // Стекло и керамика. 2019. № 1. С. 19–25.

САНИТАРНАЯ КЕРАМИКА С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОГО КАОЛИНА

Сыса О.К., канд. тех. наук, доцент,
Локтионов В.А., аспирант,
Шакурова Н.В., аспирант,
Сыса Е.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Исследовано влияния гидротермальной обработки на структуру журавлинолого каолина. Разработаны составы санитарных керамических масс на его основе. Использование гидротермальной обработки каолина положительно влияет на его упорядоченность структуры, реологические свойства шликеров и повышает качество изделий.

Ключевые слова: каолин, санитарная керамика, гидротермальная обработка, совершенствование структуры, литье, шликер

В настоящее время во многих областях России строятся новые заводы по производству санитарно-технических изделий, или же модернизируют старые. За счет этого наблюдается стремительный рост производства санитарной керамики.

Основной проблемой технологии санитарной керамики, на фоне увеличения требований, как к стабильности технологического цикла, так и к качеству выпускаемой продукции, является непостоянство свойств и истощение запасов высококачественного сырья. В технологии санитарных керамических изделий в настоящее время зачастую используется импортное сырье, добываемое в странах Европы, а также на Украине.

Практически единственным отечественным источником каолинового сырья, которое может успешно конкурировать с украинскими материалами, является каолин месторождения Журавлиный Лог, расположенного на Урале (Челябинская обл.), за счет эффективной технологии добычи, обогащения сырца, а так же постоянного контроля качества изготавливаемой продукции [1].

Следует отметить, что в настоящее время производство санитарной керамики заинтересовано так же и в возможности управления структурно зависимыми свойствами глинистых материалов. Осуществление которой возможно методами гидротермальной

обработки или запарки глин, как наиболее эффективными способами модифицирования их структуры [2].

Целью данной работы являлось исследование влияния гидротермальной обработки на структуру и свойства журавлинологского каолина и разработка составов санитарных керамических масс на его основе.

Установлено [3] что, наличие в журавлинологском каолине галлуазита, а также каолинита с несовершенной кристаллической решеткой, характеризующихся повышенной адсорбционной способностью, является причиной нестабильности его литевых характеристик. При гидротермальной обработке каолина Журавлиный Лог наблюдалось изменение характера рентгеновских дифракционных картин в областях с отражениями $d(A)=4,20-4,47; 2,49-2,57; 2,29-2,39$, а так же увеличение индекса кристалличности по Хинкли (табл.1), что свидетельствует об упорядочении каолинита.

Таблица 1- Индекс кристалличности каолинита по Хинкли (C_h)

Каолин	обработка	C_h
«Журавлиный лог»	необр.	0,62
	автоклавир	0,69

В данной работе в качестве сырьевых материалов использовались применяемые на ЗАО «Сызранская керамика» каолин месторождения Журавлиный Лог и импортный каолин Арформ КС-1, глина Веско-Гранитик, глина SS, полево шпат Вишневогорского месторождения, пегматит Малышевского месторождения, кварцевый песок и бой.

Для проведения исследований были приготовлены многокомпонентных шликеры, с использованием необработанного (массы под номерами 2,3,4) и автоклавированного (массы №4,5,6) каолина месторождения Журавлиный Лог, которым заменяли заводской каолин Арформ с шагом 10%, а так же масса заводского состава.

Установлено, что гидротермальная обработка каолина месторождения Журавлиный Лог положительно влияет на реологические свойства многокомпонентных шликеров. Коэффициент загустеваемости шликеров с процентным содержанием журавлинологского каолина 10, 20 и 30% без гидротермальной обработки составляет 1,55, 1,43 и 1,36, соответственно. При использовании в массе автоклавированного каолина Журавлиный Лог, в

таких же процентных соотношениях, коэффициент загустеваемости снижается до 1,38-1,18.

Замена каолина Арформ на журавлинологский, прошедший гидротермальную обработку, приводит к ускорению набора черепка, что свидетельствует об улучшении литевых и фильтрационных свойств шликера (рис.1).

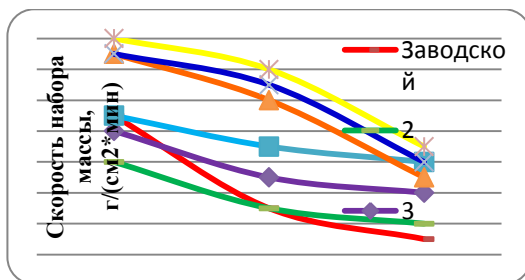


Рисунок 1 - Зависимость скорости набора массы от времени

Можно предположить, что более упорядоченная, бездефектная структура каолина Журавлиный Лог, имеет меньше активных центров, способных удерживать молекулы воды, что и приводит к ускорению процесса фильтрации межслоевой воды из шликерных масс при отливке изделий.

Из многокомпонентных шликеров были изготовлены образцы-кубики с размером 30×30×30 мм методом литья шликеров в гипсовые формы. После обжига при максимальной температуре 1200°C определялись физико-механические характеристики (рис. 2-4).

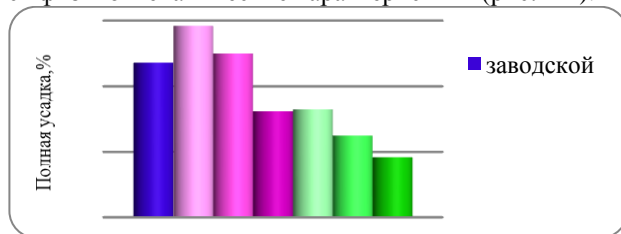


Рисунок 2 - Зависимость полной усадки от содержания в массе каолина

С увеличением процентного содержания российского необработанного каолина Журавлиный Лог, полная усадка

незначительно растет, но у массы, содержащей 30% данного компонента уменьшается в 1,5 раза. Усадочные показатели с увеличением содержания гидротермально-обработанного каолина значительно снижаются. Минимальная полная усадка наблюдается у образцов, изготовленных из масс, содержащих 30% автоклавированного каолина месторождения Журавлиный Лог.

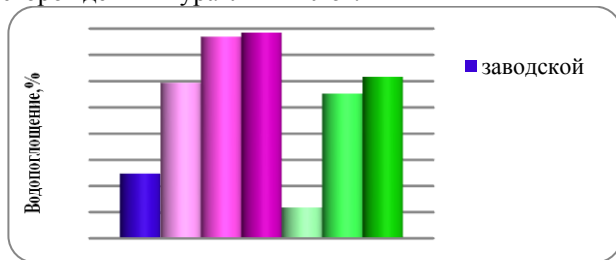


Рисунок 3 - Зависимость водопоглощения от содержания в массе каолина

При замене исходного каолина на журавлинологский водопоглощение увеличивается, с увеличением его процентного содержания. Однако, по сравнению с водопоглощением образцов, на основе каолина Журавлиный Лог без обработки, показатели образцов на основе модифицированного отечественного каолина ниже. Скачок значений водопоглощения между образцами из масс, содержащих обработанный каолин, можно объяснить тем, что при максимальной температуре обжига произошло образование легкоплавких эвтектик именно при данном (10% автоклавированного каолина) содержании компонентов.

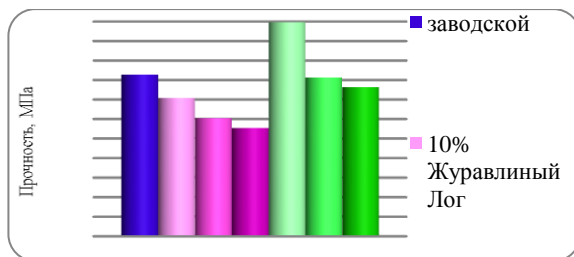


Рисунок 4 - Зависимость прочности при сжатии от содержания в массе каолина

При замене заводского каолина на отечественный каолин без обработки прочностные показатели понижают свое значение. Максимальное значение прочности наблюдается у состава, содержащего 10% автоклавированного каолина Журавлиный Лог и составляет 109,6 МПа, что на 25% выше, чем у заводского. Однако при увеличении количества каолина, подверженного гидротермальной обработке, до 20 и 30% прочность снижается на 2-8%.

Установлено, что для производства санитарно-керамических изделий оптимальным является состав №5, содержащий 10% автоклавного каолина Журавлиный Лог. Образцы, отформованные из этого состава, имеют наилучшие показатели физико-механических свойств и относятся к полуфарфоровым по ГОСТ 15167-93. Водопоглощение разработанных составов № 2,3,4 и 6 составляет от 5,53% до 7,85%. Изделия на основе таких масс относятся к фаянсовым, и могут так же использоваться для производства санитарно-керамических изделий.

Таким образом, было выявлено, что использование гидротермальной обработки для глинистого сырья положительно влияет на его упорядоченность структуры и реологические свойства, повышает качество изделий.

Внедрение в производство санитарных керамических изделий на ЗАО «Сызранская керамика» каолина месторождения Журавлиный Лог, при достижении стабилизации его свойств, позволит снизить расходы на сырьевые материалы, и тем самым уменьшить себестоимость отечественного продукта, повысив его конкурентоспособность.

Список литературы:

1. Масленникова Г.Н., Солодкий Н.Ф., Солодка М.Н., Шамриков А.С. Использование каолинов различных месторождений в производстве тонкой керамики // Стекло и керамика. 2004. №8. С. 14-24.
2. Сыса О.К. Морева И.Ю. и др. Особенности гидротермальной и бактериальной обработки глинистого сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 173-176
3. Рентгеновские методы изучения структуры глинистых минералов/ Под ред. Г. Брауна. М.: Мир. 1965. 600 с.

МАЛОЭНЕРГОЕМКИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ СЫРЬЕВЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЛИНКЕРА

**Таймасов Б., д-р техн. наук, профессор,
Жаникулов Н.Н., PhD докторант**
*Южно-Казахстанский государственный
университет им. М.Ауэзова*

Аннотация. В работе в качестве сырья для получения клинкеров общестроительных и специальных цементов были изучены сырьевые материалы цементного завода ТОО «Стандарт Цемент», а также нетрадиционные материалы и отходы промышленности – отход угледобычи, тефритобазальт и свинцовый шлак. Изучены химический и минералогический состав материалов. Выполнены расчеты сырьевых смесей. Установлено, что на исследованном сырье и отходах возможно получение цементных клинкеров по малоэнергоемким технологиям.

Ключевые слова: нетрадиционное сырье, обжиг, клинкерообразование, портландцемент, энерго- и ресурсосбережение.

Портландцемент – энергоемкий продукт. На выпуск 1 т цемента затрачивается около 5 т различных материалов: сырья, добавок, топлива, воды, воздуха, смазочных и огнеупорных материалов, мелющих тел и т.д. В настоящее время три казахстанских цементных завода работают по топливеемкому мокрому способу производства, при котором расход топлива на обжиг клинкера составляет 220 – 240 кг/т. Расход условного топлива при сухом способе составляет 110 – 120 кг/т клинкера. В Казахстане не развито потребление альтернативного топлива и отходов. Это приводит к постепенному истощению запасов невозобновляемых источников топлива. Анализ себестоимости цементов показывает, что доля топлива составляет до 30-45 %, электроэнергии - 12-17 %, а в себестоимости клинкера доля затрат на топливо и электроэнергию еще выше. Поэтому проблема снижения расхода топлива на процесс обжига, особенно при мокром способе, является актуальной [1, 2]. Кроме этого, топливосбережение – это вопрос выживания старых заводов мокрого способа в конкуренции на рынке цемента.

На наш взгляд, проблема энергосбережения на цементных заводах Казахстана может решаться в нескольких направлениях, в том числе:

- использование в качестве сырьевых материалов техногенных продуктов, прошедших тепловую обработку в основном процессе и содержащих некарбонатную известь, например электротермофосфорные, доменные, свинцовые шлаки, и др.;

- использование отходов угледобычи и углеобогащения, содержащих в своем составе некоторое количество несгоревшего угля;
- использование в качестве сырьевых материалов магматических пород, позволяющих снизить температуру процессов клинкерообразования;
- использование техногенных продуктов оказывающих минерализующее действие на процесс спекания клинкера [3-4].

Для повышения эффективности производства и снижения расхода топлива на обжиг цементного клинкера предлагается вместо традиционного глинистого компонента использовать отходы угледобычи угольных шахт г.Ленгер и магматическую породу тефритобазальт. Тефритобазальт ввиду значительного содержания оксидов кремния и железа полностью заменяет глинистый компонент, а также частично или полностью заменяет дефицитную корректирующую добавку – пиритные огарки. Тефритобазальты являются высоко реакционноспособными магматическими породами, позволяющими снизить температуру обжига клинкера на 50 – 100 °С [5-6]. Свинцовый шлак содержит до 40 % железа и может заменить корректирующую добавку. Кроме этого в нем содержатся оксиды цинка, являющиеся минерализаторами обжига клинкера.

Химический состав сырьевых материалов, отходов промышленности и магматических пород, определенный по ГОСТ 5382-91 [7] приведен в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав сырьевых материалов, отходов промышленности и магматических пород

Материалы и отходы	Химический состав, масс. %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	ппп
Традиционное сырье							
Известняк Каракус	3,87	1,04	0,57	52,83	0,88	0,10	40,71
Лесс Отырар	40,02	8,53	2,81	21,62	3,62	0,16	19,12
Песок Каракудук	75,72	6,70	1,66	1,79	4,89	0,08	5,5
Огарки	17,81	4,25	62,23	4,21	3,71	-	7,79
Нетрадиционное сырье и отходы промышленности							
Тефритобазальт	45,54	10,7	8,53	10,66	6,95	0,2	7,92
Свинцовый шлак	25,94	6,44	37,25	14,71	6,15	0,04	0,1
Отход угледобычи	55,50	10,60	2,01	3,21	0,70	0,79	24,08
Отход угледобычи+ тефритобазальт (1:1)	50,52	10,65	5,27	6,93	3,83	0,49	16,0

Расчеты сырьевых смесей для получения портландцементного клинкера проводили в программе «ROCS - расчет и оптимизация цементных сырьевых смесей» разработанной П. Трубаевым в БГТУ им. В.Г. Шухова [8]. При выполнении расчетов использовали химический состав исходных сырьевых материалов и добавок, приведенный к 100%. Программа позволяет определить процентный вещественный состав сырьевой смеси при заданных величинах коэффициента насыщения и силикатного модуля, теоретический удельный расход сырьевых компонентов на 1 т клинкера, химический состав сырьевой смеси, величину глиноземного модуля смеси и клинкера, расчетный химический и минералогический состав получаемого цементного клинкера.

Выполнено несколько серий расчетов трех и четырех компонентных сырьевых смесей на основе природного сырья, используемого в ТОО «Стандарт Цемент», нетрадиционного сырья и отходов промышленности.

Выполнены расчеты следующих партий сырьевых шихт:

1 Известняк + лесс + песок + огарки;

2 Известняк + (отход угледобычи+тефритобазальт 1:1) + свинцовый шлак;

При подборе составов сырьевых смесей коэффициент насыщения (КН) изменяли от 0,85 до 0,95, силикатный модуль от 1,7 до 3,5. При этом величина глиноземного модуля изменяется в зависимости от вида компонентов, силикатного модуля и КН от 1,0 до 2,5.

В 1 серии сырьевых смесей «Известняк+лесс+песок+огарки» содержание огарок составляет 1,53-3,18 %. Повышение величины силикатного модуля от 2,2 до 3,10 приводит к постепенному снижению доли пиритных огарок от 3,18 до 1,53 %. Глиноземный модуль возрастает от 1,01 до 1,40. Содержание трехкальциевого алюмината в клинкерах составляет 4,67-6,10 %. Эти клинкера пригодны для получения низкоалюминатных специальных сульфатостойких цементов [9].

Во 2 серии смесей традиционная железистая добавка – огарки - были заменены на свинцовые шлаки Шымкентского свинцового завода. Содержание оксида железа в шлаках ниже, чем в огарках. Поэтому процентное содержание свинцового шлака в сырьевой смеси выше и составляет 1,87-3,86 %. Аналогично 1 серии смесей повышение силикатного модуля приводит к постепенному возрастанию глиноземного модуля от 1,08 до оптимальный 1,3-1,4.

Таблица 2 - Химический состав традиционных сырьевых смесей и удельный расход сырья (Известняк + лесс + песок + огарки)

Смеси	Состав сырьевой смеси, мас. %				Удельный расход сырья, т/т клинкера				КН	Модули		Химический состав сырьевой смеси, мас. %								
	известняк	лесс	песок	огарки	известняк	лесс	песок	огарки		n	p	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	ппп	прочие	
1	67,86	30,15	0,12	1,88	1,021	0,453	0,001	0,028	0,85	2,6	1,4	15,11	3,37	2,40	42,45	1,76	0,12	33,54	1,25	
2	69,72	27,02	0,07	3,18	1,053	0,408	0,001	0,048	0,92	2,2	1,01	14,13	3,17	3,14	42,81	1,71	0,11	33,80	1,12	
3	70,02	28,10	0,11	1,77	1,061	0,425	0,001	0,026	0,92	2,6	1,4	14,35	3,21	2,29	43,15	1,70	0,12	34,02	1,16	
4	74,46	18,32	5,68	1,53	1,132	0,278	0,086	0,023	0,92	3,1	1,4	14,79	2,78	1,99	43,47	1,65	0,11	34,25	0,96	
5	70,63	27,49	0,14	1,74	1,072	0,417	0,002	0,026	0,94	2,6	1,4	14,15	3,16	2,26	43,33	1,69	0,11	34,15	1,14	

Таблица 3 - Химико-минералогический состав клинкеров на основе традиционных сырьевых смесей (Известняк + лесс + песок + огарки)

Смес и	Химический состав клинкера, масс. %							КН	Модули		Минералогический состав, мас.%						ЖФ при 1450 °С	ТЭЖ, ккал/кг	G _{топл} , кг усл. топл/т кл
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	прочие		n	p	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaSO ₄	MgO кл			
1	22,74	5,06	3,62	63,87	2,65	0,17	1,88	0,85	2,6	1,4	47,49	29,38	7,30	11,01	0,30	2,65	25,98	373,9	216,9
2	21,35	4,79	4,74	64,68	2,59	0,17	1,69	0,92	2,2	1,01	61,60	14,74	4,67	14,43	0,29	2,59	27,62	386,4	219,7
3	21,75	4,86	3,47	65,39	2,58	0,17	1,76	0,92	2,6	1,4	62,78	15,01	7,01	10,57	0,30	2,58	24,98	389,9	220,9
4	22,49	4,23	3,02	66,10	2,51	0,16	1,46	0,92	3,1	1,4	64,92	15,52	6,10	9,20	0,28	2,51	22,02	391,8	221,7
5	21,49	4,80	3,43	65,81	2,56	0,17	1,73	0,94	2,6	1,4	66,92	11,13	6,92	10,44	0,30	2,56	24,69	394,3	222

Таблица 4 - Химический состав малоэнергоемких трехкомпонентных сырьевых смесей и удельный расход сырья (Известняк + (отход угледобычи+тефритобазальт 1:1) + свинцовый шлак)

Смеси	Состав сырьевой смеси, мас. %			Удельный расход сырья, т/т клинкера			КН	Модули		Химический состав сырьевой смеси, мас. %									
	известняк	Отход угледобычи+тефритобазальт (1:1)	Свинцовый шлак	известняк	Отход угледобычи+тефритобазальт (1:1)	Свинцовый шлак		n	p	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	ппп	прочие		
1	76,41	21,67	1,92	1,167	0,331	0,029	0,89	2,61	1,40	14,40	3,23	2,29	42,15	1,62	0,18	34,58	1,55		
2	76,62	21,43	1,96	1,171	0,327	0,029	0,90	2,6	1,3	14,30	3,20	2,29	42,25	1,62	0,18	34,62	1,54		
3	76,36	19,78	3,86	1,161	0,300	0,058	0,92	2,3	1,08	13,95	3,15	2,92	42,28	1,67	0,17	34,25	1,61		
4	77,23	20,71	2,06	1,183	0,317	0,031	0,93	2,57	1,36	13,99	3,14	2,30	42,54	1,60	0,18	34,75	1,50		
5	77,51	20,62	1,87	1,189	0,316	0,028	0,94	2,6	1,40	13,90	3,12	2,22	42,65	1,59	0,18	34,85	1,48		

Таблица 5 - Химико-минералогический состав клинкеров на основе малоэнергоемких трехкомпонентных сырьевых смесей (Известняк + (отход угледобычи+тефритобазальт 1:1) + свинцовый шлак)

Смес и	Химический состав клинкера, масс. %							КН	Модули		Минералогический состав, мас. %						ЖФ при 1450 °С	ТЭК, ккал/кг	G _{топл} , кг усл. топл/т кл
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	прочие		n	p	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	CaS O ₄	MgO			
1	22,02	4,93	3,50	64,43	2,48	0,28	2,37	0,89	2,61	1,40	56,01	20,87	7,14	10,66	0,48	2,48	25,16	399,5	223,9
2	21,87	4,90	3,51	64,62	2,47	0,28	2,35	0,9	2,6	1,3	58,13	18,85	7,05	10,68	0,47	2,47	25,07	401,4	224,3
3	21,22	4,79	4,44	64,30	2,54	0,27	2,45	0,92	2,3	1,08	61,23	14,64	5,19	13,50	0,45	2,54	26,89	396,1	222,5
4	21,44	4,82	3,53	65,19	2,45	0,28	2,30	0,93	2,57	1,36	64,31	12,95	6,79	10,73	0,47	2,45	24,83	406,7	225,6
5	21,34	4,79	3,41	65,47	2,44	0,28	2,27	0,94	2,6	1,40	66,46	11,06	6,93	10,39	0,47	2,44	24,5	409,6	226,4

Удельный расход свинцового шлака на 1 т клинкера составляет 29-58 кг. В составе шлака содержится до 10-12 % оксида цинка, который оказывает минерализующее действие на процесс обжига клинкера. Это позволит снизить температуру обжига, повысить производительность печей и уменьшить расход топлива. Наличие в Южно-Казахстанской области трех цементных заводов: ТОО «Стандарт Цемент», АО «Шымкентцемент» и ТОО «Састобе Технолоджис» общей мощностью 3,5 млн.т позволила бы в течение некоторого времени полностью утилизировать свинцовые шлаки в технологии цемента. Таким образом был бы устранен крупный источник загрязнения окружающей среды.

Во второй серии в качестве алюмосодержащего компонента используется смесь «отход угледобычи + тефритобазальт» в соотношении 1:1, корректирующей добавкой являются свинцовый шлак.

Во второй серии огарки замены на свинцовые шлаки. Таким образом, в составе сырьевой смеси содержатся три нетрадиционных компонента, которые составляют в сумме около 25 %.

Использование двухкомпонентной алюмосодержащей добавки «отход угледобычи + тефритобазальт» комплексно решает несколько задач:

- утилизируется отход угледобычи, загрязняющий окружающую среду;

- в сырьевую смесь вносится 2-3 % несгоревшего угля, что позволяет уменьшить расход топлива на обжиг клинкера;

- введение 10-11 % тефритобазальта позволяет на 30-60 °С снизить температуру завершения процессов клинкерообразования. За счет этого снижается расход топлива и повышается производительность печи.

В зависимости от коэффициента насыщения и модулей удельный расход сырья на 1 т клинкера составляет 1525-1535 кг/т. Расход свинцового шлака составляет от 29 до 5 кг/т клинкера.

Установлены закономерности химико-минералогического состава клинкеров от величины КН и модулей. С повышением величины силикатного модуля независимо от КН увеличивается глиноземный модуль от $r=1,08$ до 1,3-1,4. При КН=0,92 содержание алита при повышении силикатного модуля возрастает от 60 до 63 %, содержание C_3A увеличивается с 5,19 до 7,14 %.

Таким образом, разработаны малоэнергоёмкие составы сырьевых смесей для получения цементных клинкеров с использованием отходов угледобычи и магматической породы – тефритобазальта.

Список литературы:

1. Классен В.К., Борисов И.Н., Мануйлов В.Е. Техногенные материалы в производстве цемента: монография. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 126 с.
2. Таймасов Б.Т. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник. - Шымкент: ЮКГУ им.М.Ауэзова, 2014.- 444 с.
3. Таймасов Б.Т., Худякова Т.М., Жаникулов Н.Н. Комплексное использование природного и техногенного сырья в производстве малоэнергоёмких цементов, Монография - Шымкент: ЮКГУ им. М. Ауэзова, 2017.- 205 с.
4. Таймасов Б.Т., Планк И., Маркус Р.Мейер, Альжанова А.Ж., Калтай А.Р. Процессы клинкерообразования в малоэнергоёмких сырьевых смесях на основе отходов угледобычи. // Научные труды ЮКГУ им. М.Ауэзова. № 3 (38). 2016. – С.28-33.
5. Таймасов Б.Т., Худякова Т.М., Альжанова А.Ж. Синтез клинкеров из нестандартного сырья // Цемент и его применение. - 2014. -№ 1. – С. 138-141.
6. Таймасов Б.Т., Худякова Т.М., Альжанова А.Ж., Даулетияров М.С. Сырьевые смеси для получения тампонажных цементов из нетрадиционного сырья // Труды Межд. научно-практ. конф. «Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии». –Алматы, 2014. – С.40-45.
7. ГОСТ 5382-91. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. Введ. 1991-01-01.- М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, - 1996. – 22 с.
8. Трубаев П. Методическое руководство по применению программы «ROCS» - Белгород, БГТУ им.В.Г.Шухова, 2006. 60 с.
9. ГОСТ 22266-2013 Цементы сульфатостойкие. Технические условия. Введ. 2014-01-01.-М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2014. 11 с.

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕН В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕНОБЕТОНА

Тарасенко В.Н., канд. техн. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье изложено влияние добавок – сульфатов на основные свойства пен (устойчивость, кратность, однородность, синерезис). Для исследований были выбраны ускорители схватывания цемента с целью возможной интенсификации литевой технологии ячеистых бетонов. Решение данной проблемы лежит в области оценки основных параметров смешения, выборе сырьевых материалов, доступности добавок и общей технологичности процесса производства.

Ключевые слова: пенная матрица, структурная неоднородность, эффективность использования, стойкость, кратность, однородность, стабильность, синерезис.

Технологическая проблема интенсификации процесса схватывания неавтоклавного пенобетона может иметь несколько путей решения: прогрев форм или повышение температуры окружающей среды или сырьевой смеси [1, 2, 3], использование ускорителей схватывания [4, 5], увеличение тонкости помола сырьевых компонентов и многое другое.

Анионные пенообразователи по сравнению с широко и повсеместно используемыми неионогенными более чувствительны к введению добавок, изменяющих реологические свойства пен. Изучение особенностей взаимодействия добавок и ионогенных пенообразователей в момент введения и последующее действие на устойчивость и синерезис является актуальной проблемой для многих малых предприятий, ориентированных на производство неавтоклавного пенобетона.

В работах [6 – 10] показано, что максимум высоты столба пены из растворов алкилсульфатов натрия соответствует определенной концентрации электролита, причем пенообразующая способность обратно пропорциональна радиусу гидратированных одновалентных катионов электролита. Увеличение заряда катиона также повышает пенообразующую способность алкилсульфатов [7]. В работе [8] показано, что введение электролитов оказывает различное влияние на стабильность пузырьков пены. Если адсорбционный слой не насыщен молекулами ПАВ, введение электролита несколько повышает стабильность пузырьков пены, что подтверждается опытами.

Для исследований были выбраны соли электролитов, ускоряющие процессы твердения бетона: сульфаты калия, натрия, магния (х.ч.). Концентрация добавок варьировалась в пределах 0,5...2 % с шагом 0,5 %. Для получения пены использовали пенообразователь «Пеностром» в рабочей концентрации 0,08 % [8, 9]. Ранее изучалось влияние хлоридов, мочевины, гидролизованных белков, латексов и т.д. на основные свойства пен с целью выявления наиболее предпочтительных добавок для использования в производстве пенобетона неавтоклавногo твердения. Пенообразователь «Пеностром» представляет собой смесь сульфоната натрия с добавлением стабилизирующих компонентов. Изучено влияние добавок – электролитов сульфатов на основные характеристики пен (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние электролитов на стойкость пен анионного пенообразователя «Пеностром» (концентрация пенообразователя 0,08 %, стойкость «чистой» пены 2-30 часа, кратность – 14,3)

Название соли	Характеристики пен при введении соли электролита, %							
	0,5		1,0		1,5		2,0	
	Стойкость	Кратность	Стойкость	Кратность	Стойкость	Кратность	Стойкость	Кратность
MgSO ₄	2-40	14,9	2-20	16,4	1-50	16,5	1-25	16,7
Na ₂ SO ₄	3-40	14,8	3-10	15,1	2-10	15,7	1-45	15,7
K ₂ SO ₄	2-45	15,7	2-25	16,3	2-55	17,2	1-50	16,8

Оценивая действие сульфатов на основные характеристики пен (рис. 1), следует отметить, что увеличение концентрации добавки сульфата в системе негативно влияет на устойчивость пен, однако, первичный объем пены с увеличением концентрации добавки в системе в некоторых случаях возрастает на 15 – 20 %.

При введении Na₂SO₄ с увеличением концентрации меняется структура пены и при незначительном увеличении кратности с 14,3 до 15,7 стойкость уменьшается практически в два раза. При изучении влияния MgSO₄ начальная кратность увеличилась с 14,9 до 16,7, однако устойчивость с увеличением концентрации добавки в системе снизилась в 2,2 раза. При введении K₂SO₄ в количестве 0,25 – 1,0 % устойчивость пены возросла в 2,5 раза. При этом наблюдалось увеличение кратности с 15,7 до 17,2.

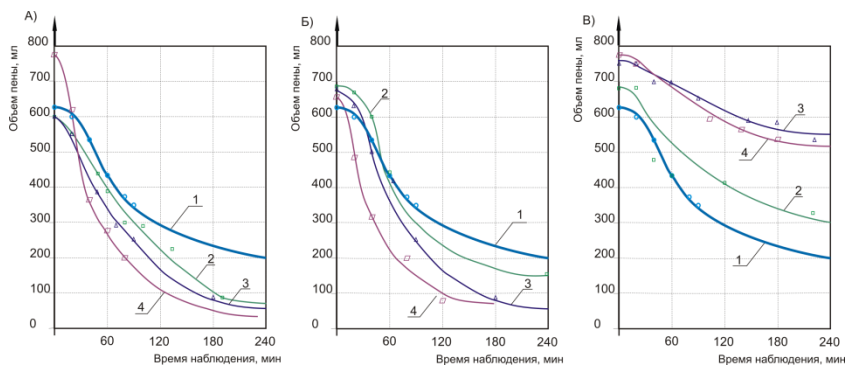


Рисунок 1 - Влияние солей электролитов на устойчивость пен пенообразователя «Пеностром», где в качестве добавки использован:

А – Na_2SO_4 ; Б – MgSO_4 ;

В – K_2SO_4 ; при этом концентрация добавки в системе составляла:

1 – 0 %; 2 – 0,25 %; 3 – 0,5 %; 4 – 1,0 % от объема.

В работах А.П. Меркина и В.К. Тихомирова [1, 3, 4] показано, что максимальная кратность пен, полученных на анионных пенообразователях, достигается при определенной концентрации электролита в системе, причем пенообразующая способность обратно пропорциональна радиусу одновалентных гидратированных катионов. Причем, чем выше заряд катиона, тем выше пенообразующая способность раствора.

Изучая влияние особенностей гидролиза каждого из веществ (табл. 2), учитывали известные ранее константы диссоциации электролитов [2] и дополнительно рассчитывали константы гидролиза по формуле (1)

$$K_h = K_w / K_d , \quad (1)$$

где K_h – константа гидролиза вещества; K_w – ионное произведение воды, величина постоянная при температуре 25 °С; K_d – константа диссоциации вещества.

Гидратация ионов зависит от их свойств знака заряда (катионы гидратируются сильнее анионов), величины заряда (двухвалентные ионы гидратируются сильнее одновалентных), кристаллического

радиуса (при одинаковых зарядах чем меньше радиус, тем сильнее гидратация). В настоящее время признается лишь мономолекулярная гидратация (изменение свойств и структуры лишь одного, ближайшего к иону слоя воды). Изменения свойств следующих слоев воды, по-видимому, не настолько велики, чтобы их могли уловить существующие методы исследования.

Таблица 2 - Основные показатели исследуемых добавок

Основные показатели	Название соли		
	Na ₂ SO ₄	K ₂ SO ₄	MgSO ₄
Металлический радиус, нм	0,186	0,231	0,16
Ионный радиус, нм	0,102	0,138	0,074
Плюсность заряда	9,80	7,2	27
Радиус гидратированного иона, нм	0,276	0,232	0,44
Электроотрицательность (по Полингу)	0,93	0,82	1,23
Константа диссоциации вещества K_d	59	29	$2,5 \times 10^3$
Константа гидролиза вещества K_h	$1,695 \times 10^{14}$	$0,3448 \times 10^{14}$	$0,4 \times 10^{11}$

Сульфат магния в оптимальной дозировке 1 – 1,5 % хорошо стабилизирует пену, но в жидкой фазе идет реакция выпадения в осадок гидроксида магния. В связи с этим соли магния не представляют интереса, как добавки в пенобетон. Сульфат калия в количестве 0,5 % оказывает стабилизирующее действие на пену, особенно в первый час, поэтому его можно использовать в качестве ускорителя схватывания пенобетона неавтоклавного твердения, обладающего стабилизирующим эффектом.

Влияние солей электролитов на пенную матрицу неоднозначно, в качестве добавок при производстве ячеистых пенобетонов их следует использовать, оценив предварительно возможности взаимодействия с отдельными пенообразователями, стабилизирующими и ускоряющими процесс твердения добавками. Следует учитывать, что данные, приведенные в работе, были получены с использованием анионного пенообразователя.

Список литературы:

1. Меркин А.П. Ячеистые бетоны, научные и практические предпосылки дальнейшего развития // Строительные материалы, № 5, 1995, с. 57.
2. Новый справочник химика и технолога [Электронный ресурс]: электронная книга / под. ред. Г. М. Островского [и др.]. – М.: НПО

- «Профессионал», 2007.
3. Кругляков П.М., Ексерова Д.Р. Пены и пенные пленки. – М.: Химия, 1990, 432 с.
 4. Foam Engineering: Fundamentals and Applications/ Ed. by P. Stevenson. – Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2012. – 532 pp.
 5. Тихомиров В.К. Пены. Теория и практика их получения и разрушения. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Химия, 1983, 265 с.
 6. Тарасенко В.Н. Ячеистые бетоны в малоэтажном жилищном строительстве // в сб.: Научный поиск в современном мире. Сборник материалов 10-й международной науч.-практ. конф. 2015. С. 142 – 143.
 7. Махамбетова У.К., Солтамбеков Т.К., Естемесов З.А. Современные пенобетоны. Под ред. П.Г. Комохова. С-Пб.: Петерб. гос. ун-т путей сообщ., 1997. 157 с.
 8. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9 – 16.
 9. Повышение эффективности производства неавтоклавных пенобетонов с заданными свойствами: дис. ... док. техн. наук: 05.23.05 / Шахова Л.Д. – Белгород, 2007. 417 с.
 10. Tarasenko V.N. Prediction of Sound Insulation of Cellular Concrete Constructions // Danish Scientific Journal, 17/2018, pp. 55 – 58.

2. СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЖКХ

АНАЛИЗ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА КРАЕВЫХ ЗОН НАРУЖНЫХ СТЕН

Белоус О.Е., ассистент

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы проектирования наружных ограждающих конструкций, с точки зрения обеспечения санитарно-гигиенических требований и условий комфортности. Выполнен анализ натуральных и теоретических исследований температуры на внутренней и наружной поверхности ограждающей конструкции. Рассчитано приведенное сопротивление теплопередачи на основании полученных результатов исследований.

Ключевые слова: теплопроводные включения, температурный режим, сопротивление теплопередачи, условия комфортности.

На протяжении последнего десятилетия при новом строительстве и термомодернизации существующих зданий стало заметно соблюдение требования [1] и [2] в части обеспечения сопротивления теплопередачи. Однако при этом не всегда выполняются условие комфортности и санитарно-гигиенические требования, предъявляемые нормативными документами к наружным непрозрачным ограждающим конструкциям. Одной из главных причин невыполнения этих требований – это не придание значимости данным факторам, но не стоит забывать, что жилые здания предназначены для постоянного времяпровождения людей и главными задачами проектирования – это комфортность и санитарно-гигиенические требования к микроклимату помещений и наружным ограждающим конструкциям.

Для жилых зданий допустимая, по условию комфортности, разница между температурой внутреннего воздуха и приведенной температурой внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции, согласно [1,2] – $4,0^{\circ}\text{C}$.

Для непрозрачных наружных ограждающих конструкций жилых зданий, с санитарно-гигиенической точки зрения, не допускается температура на внутренней поверхности меньше температуры точки росы. Данное требование наиболее часто не выполняется в местах

линейных или точечных теплопроводных включений или краевых зонах. Для анализа температурного режима и соблюдения санитарно-гигиенических требований были проведены натурные исследования наружных ограждающих конструкций с теплопроводными включениями эксплуатируемого одноэтажного жилого дома, расположенного в г. Макеевка Донецкой области, с следующими параметрами: здание без подвала, с холодным чердаком; ограждающие конструкции выполнены из ракушечника толщиной 200 мм; с утеплителем из пенополистирола толщиной 50 мм с наружной стороны, и гипсокартонных плит с внутренней; цоколь высотой 580 мм; высота помещения 2,5 м; окна – металлопластиковые.

Согласно требованиям [3], натурные исследования наружных ограждающих конструкций проводились в зимний период, в жилых помещениях ориентированных на юго-восток и юго-запад. Для исследований были выбраны три однотипные ограждающие конструкции, расположенные в угловых помещениях с одинаковыми температурно-влажностными условиями. Требуемое значение температуры воздуха в помещении поддерживалась благодаря использованию автономной системы отопления.

Температурный контроль качества теплоизоляции ограждающих конструкций проводился в натуральных условиях в период с 5.01.2019г. по 8.01.2019г. Замеры температур проводились в дневное время с температурой воздуха снаружи -5°C , скорость ветра до 2 м/с, облачностью 8-10 баллов, дабы исключить попадание прямого солнечного света.

Согласно методике исследований [3], для определения приведенного сопротивления теплопередачи термически однородной ограждающей конструкции, в здании были определены места теплопроводных включений, в которых были произведены измерения температур на внутренней и наружной поверхности ограждения.

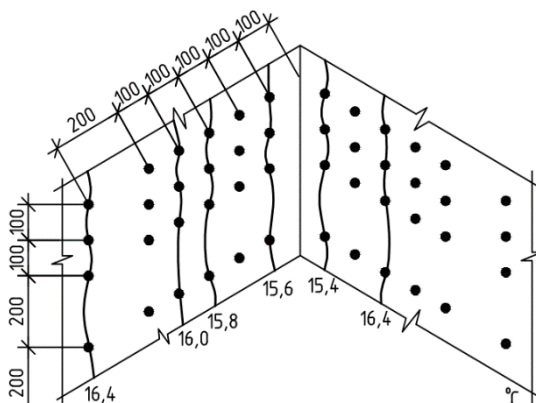


Рисунок 1 - Фрагмент краевой зоны внутренней части стены.

На рис.1 представлен фрагмент участка углового сопряжения наружных стен, на рис. 2 перемычная зона оконного проема, с размещением контрольных точек для измерения температур и изотермами температур на внутренней поверхности.

Как видно из результатов исследования зоны сопряжения наружных стен минимальная температура на внутренней поверхности равна $15,4^{\circ}\text{C}$, осредненная температура краевой зоны общей шириной 2 м равна $16,1^{\circ}\text{C}$. Таким образом для данного фрагмента выполняется условие комфортности ($0,3^{\circ}\text{C} < 4^{\circ}\text{C}$) и санитарно-гигиенические требования ($15,4^{\circ}\text{C} > 5,6^{\circ}\text{C}$). Сопротивление теплопередачи по основному полю наружной стены составило $1,274 (\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$.

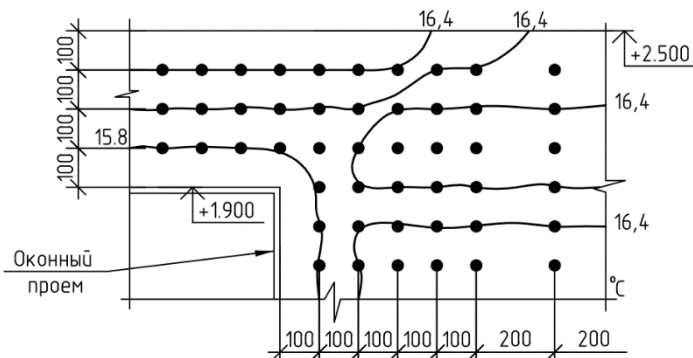


Рисунок 2 - Фрагмент краевой зоны внутренней части стены.

Зона оконного проема с теплопроводным включением в виде железобетонной перемычки тоже соответствует требованиям условия комфортности ($0,8 \text{ }^{\circ}\text{C} < 4 \text{ }^{\circ}\text{C}$) и санитарно-гигиеническим требованиям ($15,8 \text{ }^{\circ}\text{C} > 5,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Опираясь на полученные натурные данные показателей температур на внутренней и внешней поверхности и плотности теплового потока можно сделать вывод о соответствии наружных ограждающих конструкций условиям комфортности и санитарно-гигиеническим требованиям. Однако при расчете теплопотерь здания через наружные ограждающие конструкции при определении приведенного сопротивления теплопередачи учитываются линейные коэффициенты теплопередачи, полученные теоретически с помощью моделирования температурных полей. После расчета приведенного сопротивления теплопередачи данного стенового ограждения мы получаем значение на 70% меньше чем полученное в результате натурных исследований. Таким образом температуры на внутренней поверхности должны быть ниже на 3-4 $^{\circ}\text{C}$.

Для теоретического прогнозирования температур на внутренней поверхности в местах линейных теплопроводных включений и краевых зон, а также определения линейных коэффициентов теплопередачи используется уравнение Лапласа для двухмерного температурного поля:

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = 0$$

Однако решение дифференциального уравнения требует определения граничных условий третьего рода [4] и довольно большие по времени затраты труда на этапе проектирования. В современном мире существует большое количество программных комплексов для решения данной задачи. Большинство из них основывается на решении уравнения Лапласа методом сеток.

Произведем моделирование двухмерного температурного поля углового сопряжения наружных ограждающих конструкций жилого здания взятого в качестве объекта натурных исследований. Моделирование температурных полей выполнено в программном комплексе THERM 7.0, в качестве граничных условий взяты температуры и коэффициенты теплообмена по данным натурных исследований, а также результаты полученных данных [5]. Результаты моделирования представлены на рис. 3.

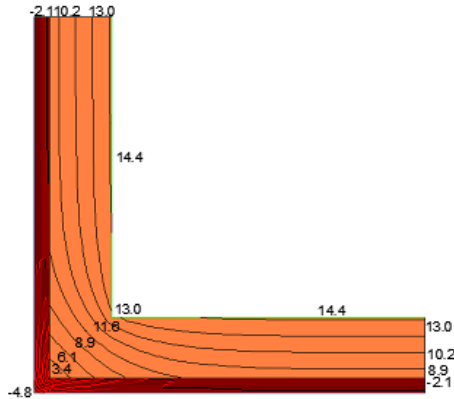


Рисунок 3 - Температурное поле в зоне углового сопряжения наружных ограждающих конструкций.

Согласно результатам моделирования двухмерного температурного поля усредненная температура внутренней поверхности равна $13,6^{\circ}\text{C}$, минимальная температура – $13,0^{\circ}\text{C}$, сопротивление теплопередачи по основному полю - $1,52 (\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$.

При расчете приведенного сопротивления теплопередачи наружных ограждающих конструкций с учетом линейного коэффициента теплопередачи приведенное сопротивление снизилось с $1,52 (\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$ по основному полю до $0,64 (\text{м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}) / \text{Вт}$. При таком значении сопротивления теплопередачи температуры на внутренней поверхности наружных ограждающих конструкций должны соответствовать значениям $7...8^{\circ}\text{C}$. Однако как видно из рис. 3 температуры на внутренней поверхности равны $13...14,4^{\circ}\text{C}$.

При сопоставлении теоретических и натуральных исследований по температуре внутренней поверхности разница между значениями составляет $15,6\%$, по сопротивлению теплопередачи 16% . Таким образом четко прослеживается завышение теоретических значений сопротивления теплопередачи и занижение температурных показателей. Как следствие данного явления увеличение значения линейного коэффициента теплопередачи программными комплексами и занижение приведенного сопротивления теплопередачи в дальнейших расчетах теплотеря здания.

Список литературы:

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель. К.: МінбудУкраїни, 2006. 64 с.

2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М.: Министерство регионального развития РФ, 2012. 82 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-101:2010 Метод определения сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций. К.:МінбудУкраїни, 2010. 94 с.
4. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. Минск: Изд-во АН БССР, 1961. 519 с.
5. Белоус А.Н. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі вузлів примикань огорожень, що контактують з ґрунтом. / А.Н. Белоус., Е.С.Колесник // Журнал «Будівельні конструкції: міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво)». – Київ, 2014. – Том 80. – С. 11-16.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫБОР СИСТЕМ УТЕПЛЕНИЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Белоус А.Н., канд. техн. наук, доцент,

Оверченко М.В., ассистент

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы и установлены факторы, влияющие на тепловлажностные характеристики ограждающих конструкций зданий образовательных учреждений. Произведено моделирование температурных полей узлов общественных зданий типовых серий. Рассмотрены возможные способы термомодернизации таких зданий.

Ключевые слова: тепловлажностный режим; теплопроводные включения; энергоэффективность; термомодернизация.

В сложившихся в нынешнее время условиях высоких экономических требований и дефицита энергоресурсов, а также роста стоимости энергоносителей, одной из главных проблем становится снижение энергопотребления. К одним из основных потребителей относят здания и сооружения. Согласно исследованиям ученых, в странах ЕС здания потребляют приблизительно 40% от вырабатываемой энергии что эквивалентно 30% выбросов в атмосферу продуктов углерода. Исходя из этого, в Европе была принята Директива 2010/31/ЕС, согласно которой, новые здания, принадлежащие государству, должны обладать почти нулевыми энергетическими показателями (nZEB).

В нашей стране большинство зданий, построенных по старым строительным нормам, нуждаются в термомодернизации. Одно из первых мест в государственной политике по повышению энергоэффективности эксплуатируемых зданий занимают здания образовательных учреждений. Около 90% образовательных учреждений донецкого региона нуждаются в термомодернизации.

На сегодняшний день в Донецкой области насчитывается около 920 эксплуатируемых общеобразовательных школ. Наибольшее распространение получили школы, построенные по типовым проектам:

1. ТП №2-02-27 – школа на 880 учащихся. Этажность – 4. Материал наружных ограждающих конструкций – кирпич обыкновенный. $R_{\Sigma\text{прив}} = 0,787 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт по [1]}$.

2. ТП №2-02-73 – школа на 920 учащихся. Этажность – 3.

Материал наружных ограждающих конструкций – кирпич обыкновенный. $R_{\Sigma\text{прив}} = 0,744 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$.

3. ТП №224-1-431.85 – школа на 44 класса. Этажность – 4. Материал наружных ограждающих конструкций – кирпич пустотелый кирпич с наружной отделкой из лицевого кирпича. $R_{\Sigma\text{прив}} = 0,890 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$.

4. ТП №222-1-193/75 – школа на 30 классов. Этажность – 3. Материал наружных ограждающих конструкций – керамзитобетонные панели по серии ИИ-04-5. $R_{\Sigma\text{прив}} = 0,743 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$.

5. ТП №222-1-457.85 – школа на 44 класса. Этажность – 3. Материал наружных ограждающих конструкций – керамзитобетонные панели по серии 1.030.1-1. $R_{\Sigma\text{прив}} = 0,735 \text{ (м}^2\cdot\text{К)/Вт}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче таких наружных ограждающих конструкций значительно ниже нормативного значения $R_0^{\text{норм}}$, которое определяется в зависимости от региона строительства по ГСОП согласно [2] и $R_{q\text{ min}}$, $(\text{м}^2\cdot\text{К)/Вт}$, согласно [1]. Также, для наружных ограждающих конструкций отапливаемых помещений обязательным является выполнение условия $\tau_{\text{вmin}} > t_{\text{min}}$ по предотвращению выпадения конденсата на внутренней поверхности ограждающих конструкций. На основании требований [3] температура внутреннего воздуха в учебных аудиториях, классах, учебных кабинетах школ и высших учебных заведений должна быть в пределах 18-20 °С.

На тепловые характеристики ограждающих конструкций существенно влияет влажностный режим, который нормируется согласно [4]. На основании ранее проведенных исследований [5], наиболее неблагоприятным с точки зрения тепловлажностного состояния, является конструктивное решение типовых серий ТП №222-1-457.85 и ТП №222-1-193/75 (рис.1).

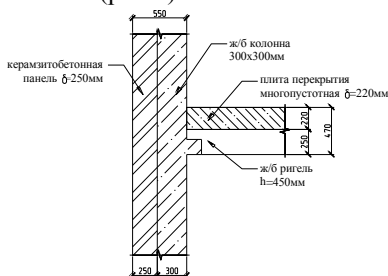


Рисунок 1 - Узел каркасного общественного здания серии ИИ-04
Для данного конструктивного решения было произведено

моделирование двумерных температурных полей в программном комплексе THERM7, результаты которого представлены на рисунках 2 – 3.

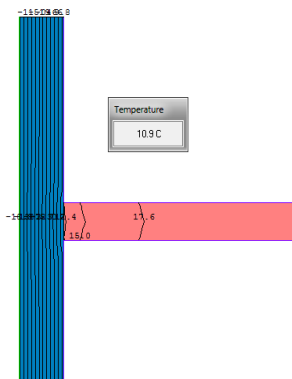


Рисунок 2 - Распределение температурных полей в узле сопряжения стеновой панели и панели перекрытия.

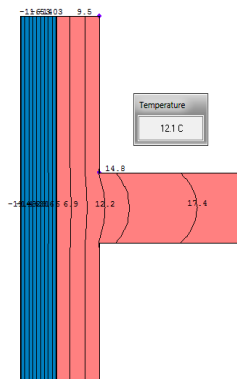


Рисунок 3 - Распределение температурных полей в узле сопряжения колонны и стеновой панели.

По результатам моделирования установлено, что температура внутренней поверхности в обоих узлах (рис. 2-3) не соответствует требованиям нормативных документов, а также температура поверхности узла (рис.2) ниже температуры точки росы, что свидетельствует об образовании конденсата на внутренней поверхности. Следовательно, необходима термомодернизация таких зданий с учетом влажностного режима ограждающих конструкций.

Частичная термомодернизация (замена оконных блоков на металлопластиковые) в зданиях образовательных учреждений существенно снижает кратность воздухообмена, что приводит к увеличению влажности внутреннего воздуха на 20% и может негативно отражаться на состоянии здоровья учеников и режиме ограждающих конструкций. Длительное или постоянное пребывание людей в таких зданиях вызывает неравномерный прирост влаги внутри помещения, что обуславливает в дальнейших расчетах учитывать нестационарный влажностный режим, требующий дополнительных аналитических и экспериментальных исследований. Теплопроводные включения значительно повышают теплопотери через ограждающие конструкции, однако косвенно способствуют поддержанию нормального влажностного режима помещений за счет инфильтрации воздуха через

неплотности в наружных ограждениях. При этом не стоит забывать о продольной фильтрации, которая характерна для панельных зданий с плохо выполненной расшивкой вертикальных швов. Конструкции с продольной фильтрацией характеризуются повышенной влажностью, что негативно сказывается на тепловых характеристиках стен.

При осуществлении термомодернизации зданий образовательных учреждений необходимо использовать современные конструктивные решения, обеспечить герметизацию теплоизолирующего слоя, использовать светопрозрачные ограждающие конструкции с достаточной воздухопроницаемостью. Повысить энергоэффективность наружных ограждающих конструкций возможно за счет:

- применения теплоизоляционных материалов с низким коэффициентом теплопередачи;
- выбора наиболее эффективного для рассматриваемого конструктивного решения способа термомодернизации;
- устройства дополнительной изоляции мостиков холода с учетом влажностного режима.

Вместе с этим необходимо учитывать воздухопроницаемость конструкций и материалов, которая в зимний период года может привести к образованию конденсата в отдельных слоях конструкции. Наиболее эффективным способом повышения теплозащитных характеристик ограждающих конструкций является наружное утепление, как при новом строительстве, так и при реконструкции. Это утепление возможно производить двумя методами:

- 1) применение штукатурных покрытий – система «мокрый» фасад;
- 2) использование конструктивных систем с воздушным зазором между утеплителем и облицовкой – «сухой» фасад (вентилируемые фасадные системы).

В зависимости от типа фасадной системы используются различные виды утеплителей. В системах «мокрый» фасад возможно применение минераловатных плит и пенополистирола. Система утепления на пенополистироле экономически более выгодна, однако ее применение в зданиях образовательных учреждений недопустимо противопожарными нормами. Минераловатные плиты удовлетворяют противопожарным требованиям, но в таких системах отделочный слой должен быть выполнен с применением штукатурок с высокой паропроницаемостью, а также использование в конструкции некоторых разновидностей минераловатных плит (базальтовая вата) приводят к ее значительному удорожанию.

Вентилируемые фасадные системы являются более

дорогостоящими, в первую очередь, из-за необходимости дополнительного крепления утеплителя во избежание его «сползания» по стене. Также в системах вентфасадов необходимо предотвращать попадание влаги в воздушную прослойку, что негативно повлияет на теплотехнические свойства утеплителя.

Выводы:

1. Наружные ограждающие конструкции зданий образовательных учреждений типовых массовых серий до и после частичной термомодернизации не соответствуют требованиям нормативных документов по сопротивлению теплопередаче и санитарно-гигиеническим требованиям.

2. Независимо от типа фасадной системы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки, основным фактором, влияющим на выбор способа утепления, является долговечность теплоизоляционного материала, которая зависит от комплекса факторов, оказывающих воздействие на ограждающую конструкцию.

Список литературы:

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель. К.: МінбудУкраїни, 2006. 64 с.
2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М.: Министерство регионального развития РФ, 2012. 82 с.
3. ДБН В.2.2-3-97 Будинки і споруди. Будинки та споруди навчальних закладів. К.: Держкоммістобудування України, 1997. 50 с.
4. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013. Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. К.: Мінрегіон України, 2014. 62 с.
5. Оверченко М.В. Анализ влажностного состояния ограждающих конструкций образовательных учреждений // Опыт прошлого – взгляд в будущее: 8-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых и студентов / под общей редакцией доктора техн. наук, проф. Р.А. Ковалева: материалы конференции. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. С. 170 – 174. Режим доступа: http://tsu.tula.ru/files/40/conf_molod-2018.pdf

ДИАГНОСТИКА ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Донченко О. М., канд. техн. наук, профессор,
Салтанова Е. В., ст. преподаватель,
Литовкин Н. И., ст. преподаватель
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Для обеспечения безопасных условий эксплуатации зданий и сооружений первостепенное значение приобретает поддержание на должном уровне технического состояния зданий и сооружений, В настоящее время в практике эксплуатации зданий и сооружений наиболее актуальными являются два направления: диагностика и обследование технического состояния конструкций зданий и сооружений. Главной проблемой в настоящее время являются не вовремя выявленные дефекты строительных конструкций, которые приводят к аварийности строительных объектов.

Ключевые слова: диагностика, обследование, аварийность, надежность, физический износ, долговечность

Обеспечение надежности и безопасности зданий имеет огромное значение. Для обеспечения безопасных условий эксплуатации зданий и сооружений первостепенное значение приобретает поддержание на должном уровне технического состояния зданий и сооружений, в том числе и за счет продления нормативных сроков эксплуатации, восстановления и реконструкции.

Для этого необходимо выполнять минимально необходимые требования к зданиям и сооружениям: пожарной и механической безопасности, безопасных условий для проживания и пребывания людей, безопасного уровня воздействия на окружающую среду, доступности зданий и сооружений для групп людей с ограниченными возможностями передвижения и энергетической эффективности [1].

В настоящее время в практике эксплуатации зданий и сооружений наиболее актуальными являются два направления: диагностика и обследование технического состояния конструкций зданий и сооружений.

Диагностика - установление и изучение признаков, характеризующих состояние строительных конструкций зданий и сооружений для определения возможных отклонений и предотвращения

нарушений нормального режима их эксплуатации [2]. Она проводится в процессе строительства, эксплуатации и ремонта для контроля за качеством строительства, авторского надзора, производственного контроля, приемки объекта в эксплуатацию, для ведения мониторинга за техническим состоянием и надежностью здания.

Обследование - комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления и усиления [3].

При технической диагностике устанавливаются причины, вызвавшие отказ или повреждения конструкций. Под «дефектом» при этом понимается любое отклонение какого-либо параметра от установленного нормативно-правовыми актами. А процесс обнаружения и поиска дефектов является «диагностированием». Например, в случае возникновения аварий определяется состояние сохранившихся конструкций.

Цель проведения обследования состоит в формировании заключений о техническом состоянии конструкций и зданий в целом, их пригодности при дальнейшей эксплуатации.

Главной проблемой в области диагностики технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений в настоящее время являются не вовремя выявленные дефекты строительных конструкций, которые приводят к аварийности строительных объектов.

Для исследования таких важных вопросов как надежность, физический износ, долговечность и степень остаточного ресурса безопасной работы сложных объектов, необходимы серьезные научные подходы, так как повреждения, снижение пространственной жесткости и надежности зданий и сооружений происходят в результате не одной, а целого комплекса причин, для выяснения которых требуются значительные знания экспертов, занимающихся вопросами диагностики конструкций и технического состояния строительных объектов. При проведении диагностики необходимо обращать внимание на более часто происходящие повреждения в период эксплуатации несущих и ограждающих элементов зданий по видам и материалам конструкций.

Для металлических конструкций – это всевозможные подвески оборудования к элементам стропильных и подстропильных ферм покрытия, колоннам и связям между колоннами и фермами или удаления связей для устройства удобных проходов, которые в связи со

своей тонкостенностью изгибаются, теряют устойчивость и приводят к обрушению покрытия или даже всего каркаса здания.

Железобетонные – это всевозможные устройства отверстий и каналов в фермах, балках и колоннах, оголение на больших участках арматуры от защитного слоя бетона, подвеска или размещение нового оборудования на крупноразмерных плитах перекрытия и покрытия. Необходимо хорошо помнить, что если при возникновении вертикальных трещин в пролете железобетонных балок надо вызывать специалистов и производить усиление балок, то при образовании наклонных приопорных трещин, необходимо немедленно останавливать производство, удалять работающих, ограждать этот участок здания, так как может спонтанно произойти разрушение перекрытия или покрытия.

Каменные - всевозможные устройства глубоких проемов и борозд для прокладки коммуникаций в простенках несущих стен, ослабленных кладкой в «пустошовку»; замачивание кладки из силикатного кирпича паропроводящими выпусками труб; внецентренное нагружение столбов и пилястр; присоединение поперечных стен к продольным без какой-либо надежной связи, неприятные меры к осушению кладки подвалов и ремонту карнизов и балконов и т.п., что может в дальнейшем привести к обрушениям и тяжелым последствиям.

Особому контролю следует подвергать общественные здания, предназначенные для пребывания большого количества людей, например, административные, спортивные и торговые здания, для проведения культурно-массовых мероприятий. Часто такие здания имеют технологически сложные большепролетные вантовые, купольные или ферменные перекрытия, перекрытия-оболочки.

Только за год (с мая 2017 по май 2018) при обрушениях зданий в России погибли 30 человек и пострадали 58 человек [4].

В 53% случаев обрушения конструкций зданий и сооружений происходит из-за совокупности нарушений, допущенных на различных этапах строительства и эксплуатации.

Из-за несоблюдения технологии проведения строительно-монтажных и ремонтных работ (в том числе правил техники безопасности) приходится 32% причин обрушений (в 2016 году — 39 %). Брак, низкое качество строительных материалов - 9% (в 2016 году — 17%). В результате нарушений условий (в том числе сроков) эксплуатации зданий происходит около 53% обрушений (в 2016 году 44%). Ошибки при проектировании зданий вызывают до 6% аварий.

Так, например, из-за несоблюдения технологии проведения строительно-монтажных и ремонтных работ (в том числе правил

техники безопасности) произошло обрушение потолка в торговом центре Калининграда; обрушилась часть фасада и кровля административного здания в Москве (один человек погиб); обрушилась кровля строящегося производственного здания в Курске; произошло обрушение лестничных маршей с шестого по второй этажи в строящемся 10-этажном жилом доме в Саранске (3 человека погибли).

Из-за низкого качества строительных материалов и брака произошло обрушение потолка в новом перинатальном центре Южно-Сахалинска; обрушение потолка бизнес-центра в Москва; обрушение потолка торгового центра в Миасе Челябинской области; обрушение подземного перехода в Курске.

В результате нарушения сроков эксплуатации зданий сейчас происходит около 53% обрушений (в 2016 году 44%), сопровождающихся травмированием и гибелью людей: обрушение части жилого дома в Ижевске (7 человек погибли); обрушение стены в Красноярске (один человек погиб); обрушение потолка в школе Брянска (пострадали 5 детей); обрушение жилого дома в Мурманске (один человек погиб).

Ошибки при проектировании зданий составляют 6%. В строящемся здании школы в Строгино Московской области дважды обрушились перекрытия; обрушение потолка строящегося рынка в Саратове, обрушение торгового центра во Владивостоке, обрушение покрытия строящегося спортивного зала в Санкт-Петербурге (один человек погиб).

Анализ наиболее значительных обрушений покрытий зданий показал, что все аварии произошли по схожим причинам, не зависимо от географического положения объекта. Значительной части подобных ситуаций можно было избежать при соблюдении строительных норм, норм проектирования и правил безопасности.

Список литературы:

1. РФ федеральный закон от 2 июля 2013 г. N 185-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
2. Шулайкин А.Ю., Попов М.А., Ковалев В.А., Иванов А.В., Артамонов Ю.С., Шурыгин А.Е. Обследование технического состояния зданий и сооружений // Современная техника и технологии. 2016. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <http://technology.snauka.ru/2016>
3. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.
4. Двенадцатый ежегодный статистический отчет по обрушениям от ГЦЭ (с мая 2017 по май 2018)

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРЫ - «ПАМЯТНИК БЕЛГОРОДЦАМ, ПОГИБШИМ В АФГАНИСТАНЕ»

Донченко О. М., канд. техн. наук, профессор,
Салтанова Е. В., ст. преподаватель,
Литовкин Н. И., ст. преподаватель
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Проведение исследований надежности конструкций объекта культуры вызвано необходимостью установления причин значительного повреждения его железобетонных плоских панелей наружной облицовки. Техническое состояние объекта и примененные для его возведения конструкции, вызывают необходимость ежегодного прогнозирования их надежности, долговечности и разработки мероприятий по обеспечению требуемых эксплуатационных качеств этого сооружения.

Ключевые слова: надежность, техническое состояние, конструкции, долговечность.

Сохранение памятников культуры – одна из важнейших составляющих патриотического воспитания граждан Российской Федерации. «Афганская война» - очередная героическая страница в новейшей истории нашей страны. Вывод советских войск из Афганистана начался 15 мая 1988 года в соответствии с заключенными 14 апреля 1988 года Женевскими соглашениями, а закончился 15 февраля 1989 года.

В 1995-м году в Белгороде был возведен Мемориал воинам-афганцам. Скульптурная композиция памятника представляет высокий прямоугольный куб с входными арками, в центре которого подвешены символические траурные колокола, а венчает мемориал большой крест из чёрного мрамора.

Обследование технического состояния строительных конструкций памятника, как и других объектов культуры, находящихся в нормативном, исправном и работоспособном состоянии, проводится не реже одного раза в пять лет, находящихся в ограниченно работоспособном состоянии - не реже одного раза в три года, а находящихся в недопустимом и аварийном состоянии – ежегодно [1].

Проведение настоящих исследований было вызвано необходимостью установления причин значительного повреждения

железобетонных плоских панелей наружной облицовки этого памятника. Техническое состояние памятника и примененные для его возведения конструкции, вызывают необходимость ежегодного прогнозирования их надежности, долговечности и разработки мероприятий по обеспечению требуемых эксплуатационных качеств этого сооружения.

Конструктивная часть памятника выполнена следующим образом. Опорная часть памятника устроена из четырех металлических замкнутых листовых пространственных элементов сложного очертания. По фасадным сторонам эти элементы облицованы несколькими рядами сборных железобетонных крупноразмерных панелей марок П1 – П8а. Габаритные размеры панелей изменяются в зависимости от их размещения, увеличиваясь по высоте памятника. Панели изготовлены из бетона на мраморной крошке и белом цементе. В каждой из них устроено по две монтажные петли Мн-2. Остальные наружные поверхности (торцевые и внутренние) опор отделаны штукатуркой на белом цементе с добавлением мраморной крошки.

Крепление плит облицовки к металлическим опорам выполнено путем приварки закладных металлических деталей МН1, размещенных в облицовочных плитах (уголок 50х5 с анкером из арматурного стержня диаметром 8мм класса А-III). По высоте дополнительно панели соединяются между собой на металлических штырях-пиронах, установленных в просверленных отверстиях в смежных панелях соосно.

В панелях нижнего яруса выполнено два типоразмера плит облицовки: П1 и П1а с размерами 1660х1495(н) толщ 70мм и П5, П5а - размерами 1590х1495(н) толщ 70мм. Конструирование и армирование этих панелей представлено на листах КЖИ-П1, КЖИ-П5 проекта.

Панели изготовлены из бетона класса В25 на мраморной крошке и белом цементе марки по морозостойкости – F50, по водонепроницаемости – W2. Армирование облицовочных панелей сеткой из стальной проволоки диаметром 5мм класса Вр-1 с шагом 200мм в двух направлениях было предусмотрено конструктивно, т.е. только из условий прочности и жесткости при разопалубке, хранении, транспортировке, монтаже и эксплуатации только в вертикальном положении.

При выполнении натуральных исследований строительных конструкций памятника были выявлены следующие многочисленные дефекты и повреждения:

- растрескивание, расслаивание и осыпание поверхностных слоев бетона железобетонные панелей облицовки;

- смещение панелей облицовки из плоскости поверхности в наружную сторону;
- отсутствие в смотровых горизонтальных люках герметичных прокладок, предотвращающих проникновение атмосферных осадков во внутреннее пространство опор;
- некачественно выполненная заделка швов облицовки опор сборными декоративными панелями;
- повреждение коррозией внутренних поверхностей металлических опорных пилонов;
- растрескивание и разрушение подступенков под мраморными проступями лестниц.

Основными причинами дефектов в нижнем ярусе панелей облицовки являются недостатки, допущенные при проектировании, строительстве и эксплуатации памятника.

К недостаткам проекта относится отсутствие достаточно жестких указаний о строительстве дренажных выпусков в облицовке для удаления из полостей опор атмосферных вод и негерметичности швов и люков. К дефектам строительства относятся – устройство негерметичных люков, неудовлетворительная зачеканка швов между облицовочными плитами и недостаточный уклон поверхности подиума памятника для стока атмосферных вод наружу. Во время эксплуатации памятника не принимались своевременно кардинальные меры по герметичности люков, швов и созданию первичных уклонов полов подиума.

Атмосферные воды через негерметичные верхние люки в металлических опорах, крышки которых часто оставались открытыми, а также через негерметично и неудовлетворительно заделанные швы между верхними панелями облицовки постоянно попадали, соответственно, в замкнутое пространство опор, и в швы между металлическими опорами и панелями облицовки. В отсутствие дренажных выпусков в холодные времена года эти атмосферные воды, замораживаясь, увеличивались в объеме и в результате расклинивающего эффекта приводили к повреждению панелей нижнего яруса.

Неудовлетворительные (небольшие) уклоны полов подиума приводили к застоям поверхностных атмосферных вод и после многих циклов их замораживания-оттаивания происходило размораживание и поверхностное разрушению бетона мозаичных полов и подступенков подиума.

На основании всего вышеизложенного можно прийти к следующим выводам.

При выполнении ремонтных работ необходимо выполнить качественную герметизированную заделку швов между панелями и предотвращение попадания атмосферных осадков через неплотности между гранями проемов и люков в металлических опорах

Для увеличения долговечности металлических опор необходимо:

- все внутренние поверхности металла обработать антикоррозионными защитными покрытиями;
- устроить гидроизоляцию металлических пилонов и выполнить герметизацию швов между железобетонными панелями облицовки;
- выполнить ремонт лестниц подиума с устройством подступенков из мраморных плит;
- бетон новых облицовочных железобетонных панелей должен быть класса В30 по прочности на сжатие, по морозостойкости марки F100, по водонепроницаемости марку - W-6.

Выполнение вышеуказанных ремонтно-восстановительных работ должно осуществляться специализированной организацией, имеющей опыт выполнения работ подобного вида.

Сотрудники отдела охраны памятников должны производить регулярный осмотр конструкций памятника и осуществлять контроль за его техническим и эстетическим состоянием.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 55567-2013 Порядок организации и ведения инженерно-технических исследований на объектах культурного наследия. Памятники истории и культуры. Общие требования
2. ГОСТ 31937-2011 "Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния",
3. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружения Госстрой России, М. 2004 г.
4. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции (актуализированная редакция СНиП II-23-81*) (взамен СНиП II-В.3-72, СНиП II-И.9-62, СН 376-67)
5. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия (актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*) (взамен СНиП II-6-74)
6. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*) (взамен СНиП II-15-74 и СН 475-75)

ПРИЕМЫ СОЗДАНИЯ ГАЗОБЕТОНА С ВАРИАТРОПНОЙ СТРУКТУРОЙ

Кара К.А., канд. техн. наук,
Шорстов Р.А., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Повышение требований по теплоизоляции зданий привело к дефициту современных теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных материалов, отличающихся низкой средней плотностью, высокой прочностью, простотой технологии производства и экономической целесообразностью. К таким материалам относится газобетон и одним из путей повышения его эксплуатационных свойств является создание вариатропной структуры композита.

Ключевые слова: газобетон, вариатропная структура, средняя плотность, технология.

Проблемы, возникшие в строительной отрасли в связи повышением требований к энергосбережению и экологической безопасности, потребовали незамедлительного их решения, в том числе и за счет создания новых теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных композитов, в том числе технологий их производства и применения [1...10].

Одним из перспективных способов повышения физико-механических характеристик строительных материалов является производство ограждающих конструкций с вариатропной структурой, получаемой в период формования на производственных линиях, за счет различных технологических приемов (рис. 1) [11]:



Рисунок 1 - Технологические приемы получения ячеистых бетонов вариатропной структуры

Получение стеновых изделий формированием вариатропных структур позволяет значительно повысить эксплуатационные свойства теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных конструкций без повышения их материалоемкости и технологических затрат. Также с появлением новых способов поризации ячеистобетонного массива и сочетанием известных способов поризации стало возможным формирование одно- и двухслойных стеновых изделий различной конфигурации и размеров [12].

В современном строительстве многослойные конструкции давно нашли широкое применение, поскольку это позволило значительно снизить массу ограждающих конструкций, а также повысить их эффективность по теплозащите [13], однако в качестве теплоизоляционного слоя в таких системах используются пенопласт, пенополистерол, пенополиуретан и др., что приводит к повышению трудоемкости процесса. Вопросы воздухоувлечения, водопоглощения, огнестойкости и долговечности в таких системах остаются проблематичными. Равноценными по термическому сопротивлению многослойным конструкциям являются однослойные ячеистобетонные конструкции вариатропной структуры, которые принципиально отличаются от многослойных конструкций плавным изменением средней плотности материала по рабочему сечению изделия, отсутствием резкой границы между слоями и отсутствием нарушения сплошности изделия, а перераспределение средней плотности по сечению массива повышает сопротивление теплопередаче. Во избежание отслоения менее плотной части при нагружении целесообразно создание вариатропной структуры с плавным изменением плотности при коэффициенте вариатропности 0,2...0,5 [14].

Одним из способов получения вариатропной структуры является прикатка горбушки в период созревания газобетона. Прикатка может производиться в двух случаях:

- если есть возможность отказаться от технологической операции срезки и удаления «горбушки»;
- для получения эффективных вариатропных изделий, характеризующихся переменной плотностью с заданными параметрами.

Процесс изготовления изделий переменной плотности состоит из следующих технологических операций:

- заливка газобетонной смеси в заранее подготовленную форму;
- выдержка до вспучивания и схватывания;
- уплотнение жестким валом.

Уплотнение жестким валом, которым без проскальзывания прокатывают по бортам формы и «горбушке», выступающей над бортами формы, обеспечивает одностороннее уплотнение газобетона на высоту по сечению 5...7 см. Уплотнение производят при структурной прочности бетона 0,02...0,05 МПа. Средняя плотность поверхностного слоя ячеистого бетона достигает 1100...1300 кг/м³ и убывает до исходной на расстоянии 2...6 см от прокатанной поверхности, а теплопроводность уплотненного слоя на 7...10 % выше, чем основного, но при этом обеспечивается надежная защита со стороны внутренней поверхности стены (наиболее плотной) от испаряющейся эксплуатационной влажности в помещении [14...16].

Получены газобетонные изделия в индивидуальных формах «под крышкой» способом автофреттажа, сущность которого заключается в том, что часть газобетонной смеси готовят со строго отдозированным количеством компонентов, при этом общая масса на 5 % меньше массы формируемого изделия, а расчетное количество газообразователя увеличивается на 10 %. Смесь заливают в форму, которую сразу же закрывают жесткой крышкой, прикрепленной к форме. Повышенная прочность ячеистого бетона обеспечивается за счет того, что вспучивающаяся смесь заполняет объем формы, в которой развивается внутреннее давление, которое уплотняет поровую структуру, а через отверстие в форме выдавливается избыточная вода [17].

Преимуществом данной технологии является высокая стабильность плотности ячеистого бетона, прочности, деформативности, теплопроводности и других свойств и исключается повышенный разброс физико-механических показателей по объему материала.

Автофреттаж не исключает возможности применения прикатки «горбушки», для чего используют форму с крышкой, имеющей коробчатое сечение. После схватывания смеси и снятия крышки валиком прикатывают возвышающийся над бортами формы слой из неотвердевшего ячеистого бетона.

Эффективным также является способ получения вариатропных изделий за счет выдавливания части воды затворения из поверхностного слоя формируемого изделия. При этом способе вспучивающаяся смесь доходит до перфорированной крышки, внутренняя поверхность которой покрыта фильтрующим материалом, например, мешковиной, и развивающееся внутреннее давление начинает выдавливать воду через перфорацию в крышке, что приводит к уплотнению поверхностного слоя изделия. Недостатками этого способа являются дополнительные операции с крышками (чистка, смазка, установка на форму, крепление к

форме, съемка, складирование), увеличение металлоемкости процесса, трудо- и энергозатрат, загруженности крана, потребности в производственных площадях [17].

Способ получения газобетонных изделий с форсированным режимом порообразования как по сечению изделия, так и по периферии заключается в том, что изделия формируются в закрытой форме с отдельными небольшими отверстиями в её верхней и боковых гранях, а за счет избыточного давления 0,05...0,1 МПа, появляющееся в период газовыделения в закрытой форме, происходит самоуплотнение образцов по периферии [18].

При создании вариатропной поровой структуры установлено, что для создания слоев из газобетона различной плотности необходимо создать специальную опалубочную систему, а также применить режимы изготовления конструкций, обеспечивающие слитную структуру и однородный по высоте бетон. Предложена трехслойная конструкция, где каждый слой выполняет свои функции: защитную, теплоизоляционную и несущую [19].

Предложено использовать различные типы бетонов для создания вариатропной поровой структуры. Каждый тип бетона, имея свою среднюю плотность, плавно переходит в другой тип бетона, тем самым создавая различную пористость по сечению. Сцепление слоев различной плотности зависит от технологических приемов формования и от плавности перехода бетонов в контактной зоне [20].

Также для создания вариатропной структуры используется метод объемного прессования, при котором происходит уплотнение изделия за счет отжима свободной воды [21].

Разработан бетон с вариатропно-каркасной структурой за счет введения пропиточной композиции и свинцовой дроби с диаметром зерен 8 мм, которая служит наполнителем. В качестве вяжущего использованы сера, наполнители – барит, ферроборовый шлак, ангидрит, кварцевый песок, сажа [22].

Таким образом, на сегодняшний день существует много способов создания вариатропной структуры газобетона и однослойных ограждающих конструкций из ячеистого бетона, каждый из которых имеет как преимущества, так и недостатки, поэтому для устранения существующих недостатков необходимо проводить дальнейшие исследования по разработке оптимальных технологических условий и приемов создания ячеистых бетонов вариатропной структуры.

Список литературы:

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 9-16.
2. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Сулейманов К.А. Обобщенный анализ характера поровой структуры газобетонов неавтоклавного твердения на композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 3. С. 75-79.
3. Сулейманова Л.А. Газобетон неавтоклавного твердения на композиционных вяжущих: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Белгород, 2013. 39 с.
4. Сулейманова Л.А., Кара К.А., Коломацкая С.А., Сулейманов К.А. Энергоэффективные технологии газобетона для зеленого строительства // В сб.: Современные строительные материалы, технологии и конструкции: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозный, 2015. С. 142-148.
5. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кондрашев К.Р., Шорстов Р.А. Энергоэффективные пористые композиты для зеленого строительства // В сб.: Научные технологии и инновации: Юбилейная Междунар. науч.-практ. конф., посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 354-359.
6. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кара К.А. Энергоэффективный газобетон // В сб.: Научные и инженерные проблемы строительной-технологической утилизации техногенных отходов. Белгород, 2014. С. 218-220.
7. Гридчин А.М., Лесовик В.С., Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. Новые технологии высокопоризованных бетонов // В сб.: Поробетон - 2005 Международная научно-практическая конференция. Сборник докладов. 2005. С. 6-16.
8. Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Kondrashev K.R., Suleymanov K.A., Lukutsova N.P. Energy efficient technologies of production and use non-autoclaved aerated concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 5. С. 12399-12406.
9. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Кондрашев К.Р., Сулейманов К.А., Пириев Ю.С. Энергосберегающие газобетоны на композиционных вяжущих // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 4. С. 73-83.
10. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С. Газобетон неавтоклавного твердения на композиционных вяжущих Белгород, 2013. 304 с.

11. Завадский В.Ф. Варианты стеновых конструкций с применением эффективных утеплителей. Новосибирск: НГАСУ, 2001. 52 с.
12. Завадский В.Ф. Перспективные технологические направления производства стеновых изделий из ячеистых бетонов // Повышения качества материалов дорожного и строительного назначения. Сб. научных трудов. Омск, СибАДИ, 2001. С. 12-15.
13. Чернов А.Н. Ячеистые бетоны без утеплителей [Текст] / А.Н. Чернов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. 11 с.
14. Данилов Б.П., Богданов А.Л. Ограждающие конструкции из ячеистого бетона переменной плотности. М: Стройиздат, 1973. 102 с.
15. Чернов А.Н., Кожевников Л.П., Хмелев С.В., Царьков В.В., Данилюк М.А., Моисеев Е.И., Степанов З.А. Технология ячеистобетонных изделий с уплотненным поверхностным слоем // Строительные материалы. 1983. №8. С. 12-13.
16. Курбатов В.Л. и др. Энергоресурсосберегающие многослойные конструкции стеновых блоков // Известия вузов. Строительство. 1994. №9. С. 4-9.
17. Завадский В.Ф. Комплексный подход к решению проблемы теплозащиты стен отапливаемых зданий // Строительные материалы. 1999. №2. С. 7-8.
18. Хихлуха Л.В. Ресурсосбережение при строительстве и реконструкции жилья // Строительные материалы. 1995. №5. С. 2-3.
19. Булавин В.А. Газобетон для монолитных ограждающих конструкций с вариатропной поровой структурой: дис. ... канд. тех. наук. Ростов-на-Дону, 2003. 145 с.
20. Корнев Е.С. Двухслойные стеновые изделия из бетонов различной плотности: дис. ... канд. тех. наук. Новосибирск, 2009. 142 с.
21. Бегляров А.Э. Эффективные стеновые монолитно-слоистые изделия объемного прессования: дис. ... канд. тех. наук. М., 2011. 134 с.
22. Королева О.В. Структура и свойства радиационно-защитных серных бетонов вариатропно-каркасной структуры: дис. ... канд. тех. наук. Пенза, 2007. 256 с.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Климова Е. В., канд. техн. наук, доцент,
Семейкин А. Ю., канд. техн. наук, доцент,
Хлусова В. П., аспирант,
Рыжиков Е. Н., аспирант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Строительство занимает первое место среди других отраслей промышленности по числу производственных травм. На уровень производственного травматизма влияет большое количество различных факторов, среди которых: разнообразие выполняемых работ, текучесть кадров и часто низкая квалификация работников. Применение экспертной информационно-аналитической системы управления профессиональными рисками позволит осуществлять многофакторный анализ различных показателей в режиме реального времени, осуществлять микро обучение, экспресс-тестирование и оценку компетентности персонала, что эффективно отразится на уровне производственной безопасности.

Ключевые слова: производственный травматизм, строительство, причины, профессиональный риск, информационная система, микрообучение, экспресс-тестирование, оценка компетентности персонала.

В строительстве наблюдается самый высокий уровень производственного травматизма среди других отраслей промышленности [1, 2, 8].

Несмотря на лидирующие позиции, с 2000 года в строительстве присутствует уверенная тенденция к снижению производственного травматизма, о чем свидетельствуют такие показатели как численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с утратой трудоспособности на 1 рабочий день более и численность пострадавших при несчастных случаях на производстве с летальным исходом (рис. 1) [2, 5, 8].

Основными причинами производственного травматизма в строительстве является: падение работников с высоты – 24% от общего числа несчастных случаев; воздействие движущихся и вращающихся предметов, деталей, машин – 22%; транспортные происшествия – 14%,

падение предметов с высоты, обвалы земли, обрушение, падение предметов и материалов – 11%, другие виды происшествий – 29% (рис. 2) [4, 8].

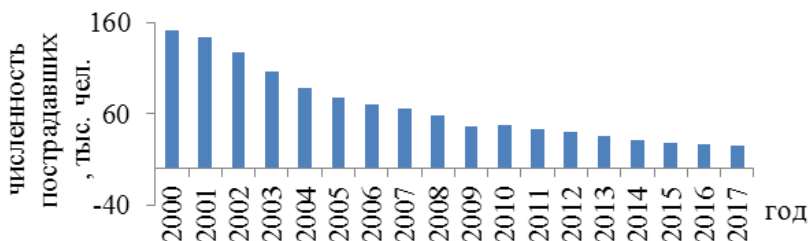


Рисунок 1 - Динамика производственного травматизма в строительстве за 2000 – 2017 гг.

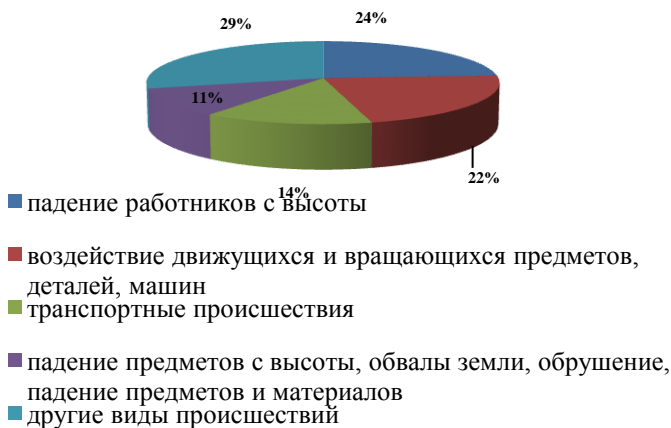


Рисунок 2 - Причины производственного травматизма в строительстве

В общем виде причины производственного травматизма в строительстве классифицируются по 3 основным направлениям:

– организационные – заключаются в неправильной организации работ на строительной площадке, недостаточной обученности и подготовленности рабочих, отсутствие необходимого контроля за

выполнением работ, не соблюдении технологии производства, нарушении режима труда и отдыха;

– технические – неисправное состояние приспособлений и инструментов, конструктивные недостатки машин, механизмов, грузозахватных средств, строительных конструкций и оборудования;

- психофизиологические и другие – недостаточное внимание к выполнению работы, ослабление контроля рабочих за своей деятельностью вследствие своего психологического состояния [4, 15].

С целью снижения производственного травматизма в строительстве мы предлагаем использование экспертных информационно-аналитических системы управления профессиональными рисками (рис. 3) [10, 11, 12, 14].

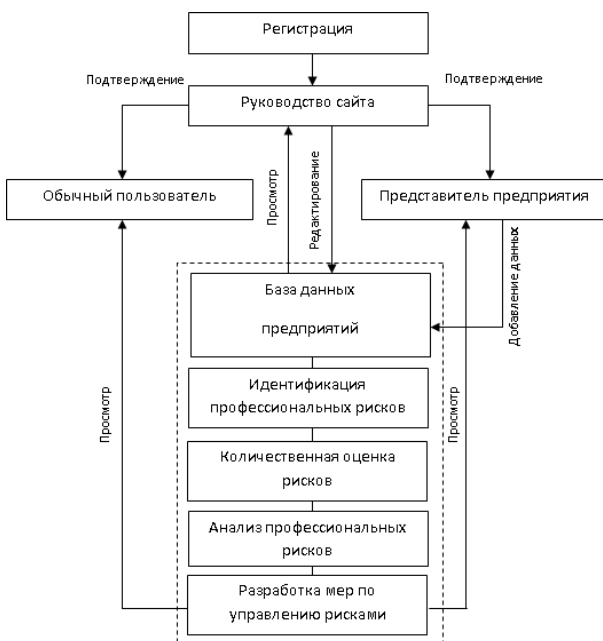


Рисунок 3 - Функциональная схема экспертной информационно-аналитической системы управления профессиональными рисками

Данная система эффективна тем, что она включает в себя многофакторный анализ различных показателей, оказывающих влияние

на уровень производственный травматизм в режиме реального времени, что особенно актуально для строительства, где присутствует большое количество вредных и опасных производственных факторов, разнообразие выполняемых работ, текучесть кадров и часто низкая квалификация работников.

Составной частью экспертной информационно-аналитической системы управления профессиональными рисками является модуль микрообучения, экспресс-тестирования и оценки компетентности персонала. Модуль включает в себя базу данных мультимедийного контента:

– база контрольно-измерительных материалов (тестовые задания, разработанные на основе должностных инструкций, инструкций по ОТ, результатов расследования НС, наиболее типичных производственных ситуаций);

– 3D модели и схемы реальных происшествий для проведения обучения работников и оценки правильности их решений по предложенным ситуациям);

– алгоритм оценки компетентности работника в вопросах охраны труда).

Функциональная схема экспертной информационно-аналитической системы управления профессиональными рисками позволит усовершенствовать систему управления охраной труда в строительстве [3, 6, 7, 9, 13].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках научного проекта № 18–47–310002.

Список литературы:

1. Лубенская О.А., Климова Е.В., Храмцов Б.А., Ростовцева А.А. Оценка аварийности и производственного травматизма при разработке полезных ископаемых открытым способом // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 1. С. 140-144.
2. Ястребинская А.В., Едаменко А.С., Дивиченко И.В., Матвеева Л.Ю. К вопросу о производственном травматизме в горнодобывающей отрасли на примере Белгородской области // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 273-279.
3. Климова Е.В., Рыжиков Е.Н. Снижение производственного травматизма путем совершенствования системы управления охраной труда // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 1. С. 41-51.
4. Едаменко А.С. Анализ причин травматизма в строительном комплексе // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по

- матер. XXVI междунар. науч.-практ. конф. № 9(22). Новосибирск: СибАК, 2013.
5. Климова Е.В., Калатоzi В.В., Рыжиков Е.Н., Калатоzi Э.К. Анализ проблемы охраны труда в строительной отрасли // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 100-104.
 6. Пушенко С.Л. Риски как механизм повышения эффективности управления охраной труда // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия.: Строительство и архитектура. 2013. Выпуск 34(53). С. 129–136.
 7. Causes and circumstances of accidents at work in the EU. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/53621/53703/Full-Publication%5BEN%5D-WO.pdf/6e90be02-c41e-43d6-87d4-68a4a7899ad1> (дата обращения: 15.11.2018)
 8. Ястребинская А.В., Едаменко А.С., Дивиченко И.В. Анализ производственного травматизма и пути его снижения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 100–105.
 9. Выродов О. С. Разработка автоматизированных систем мониторинга профессиональных рисков и условий труда для повышения безопасности предприятий нефтегазового комплекса // Безопасность жизнедеятельности предприятий в промышленно развитых регионах: сб. науч. ст. Кемерово, 2013. С. 142–145.
 10. Семейкин А.Ю., Хомченко Ю.В. Система мониторинга и аудита состояния условий и охраны труда в Белгородской области // Технологии техносферной безопасности: интернет журнал. Вып. 5 (45). 2012. 5 с. <http://ipb.mos.ru/ttb/2012-5.0421100050/0083>.
 11. Носатова Е. А., Семейкин А. Ю. Влияние условий труда работников горной отрасли на формирование производственного травматизма и профзаболеваний // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018. №1. С. 102–112.
 12. Klimova E V, Semeykin A Yu 2018 Reducing the risk of the collapse of the soil by macro system modeling the slopes stability of the quarries // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 115 012030
 13. Климова Е. В., Калатоzi В. В., Рыжиков Е. Н. Проблемы эффективного управления профессиональными рисками // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №4. С. 270–273.
 14. Солод С. А., Новиков В. В., Чапова С. С. Применение экспертных систем в системе управления безопасностью труда на предприятиях машиностроения // Вестник ДГТУ. 2010. Т.10. № 3(46). С. 410–416.
 15. Viktoriya P. Khlusova, Elena V. Klimova 2017 Analysis of traumatism in the sphere of construction and ways Of his reduction // Zbornik radova Visoka tehnička škola strukovnih studija – niš

АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ БИЛЛИНГОВОЙ СИСТЕМЫ В ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Козлюк А.Г., канд. экон. наук, доцент,
Рябчевский И.С.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Стоимость и качество услуг жилищно-коммунального комплекса – основные характеристики обеспечения стабильности и устойчивого развития национальной экономики, напрямую влияющие на уровень и качество жизни всех ее граждан. Поскольку отсутствие адекватной информации не позволяет реализовывать на практике основные принципы программно-целевого подхода к управлению ЖКХ, внедрение современных информационных технологий (ИТ) позволяет создать совершенно новую систему управления ЖКХ, а также систему регламентированного взаимодействия с органами исполнительной власти.

Ключевые слова: биллинг, ЖКХ, коммунальные услуги, управляющие компании, потребители коммунальных услуг

В основе биллинга ЖКХ лежит информационная система (ИС), которая позволяет преодолеть разрыв между уже относительно развитой нормативной базой и правовой практикой, а также повысить качество принимаемых решений, социальную защищенность населения и усилить контроль за жилищно-коммунальной сферой деятельности (рис. 1) [1].

ИС ЖКХ обеспечивают повышение оперативности поступления на диспетчерский пункт текущей информации о состоянии объектов с целью быстрого реагирования на проблемные ситуации.

Большинство современных ИС ЖКХ включают в себя полный набор средств обслуживания пользователей, включая систему управления базами данных (СУБД). В этом случае используется трехуровневая архитектура (клиент – сервер приложения – сервер баз данных(БД)) (рис. 2), которая делает систему масштабируемой и гибкой [2].

При существующей схеме расчетов через муниципальный расчетно-кассовый центр, в общем случае, деньги задерживаются или теряются по пути от потребителей к ресурсоснабжающим организациям. Управляющие компании и расчетно-кассовые центры, включенные в цепь расчетов, объективно не заинтересованы в 100-процентном

доведении денег до производителей коммунальных ресурсов. И наоборот, производители ресурсов сосредоточены на том, чтобы расчеты прошли с минимальными транзакционными потерями. Участие администрации является целесообразным, так как именно глава администрации, согласно Федеральному закону № 131 является лицом, ответственным за оказание ЖКУ [3].

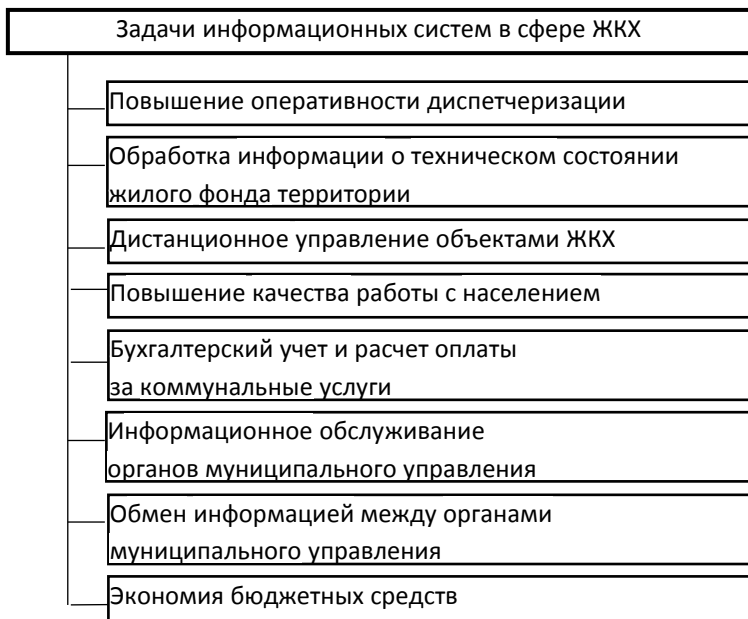


Рисунок 1 - Задачи ИС в сфере ЖКХ

В рамках агентского договора совместно созданный расчетно-кассовый центр производит расчеты за все ЖКУ, осуществляет прием, расщепление и транзит платежей управляющим компаниям, обеспечивает снятие показаний приборов учета и доставку квитанций. В этом случае платежи производятся потребителями по единой квитанции. Данная форма организации комплекса платежей обеспечивает правовую основу для их расщепления и транзита пропорционально уровню сбора. Прозрачность информации о движении денежных средств для ресурсоснабжающих организаций и управляющих компаний обеспечивает отсутствие злоупотреблений в

форме временного отвлечения средств, перераспределений денег между отдельными участниками за счет других, хищений [4].

В предлагаемой схеме обеспечивается восстановление обратных связей, ликвидированных в соответствии с Правилами № 354, косвенно основанных на законных основаниях. При этом единая квитанция поможет эффективно бороться с неплательщиками только в том случае, когда ключевые коммунальные услуги будут предоставляться через управляющие компании. В случае заключения индивидуальных договоров с потребителями напрямую отключение электроэнергии за неуплату других услуг становится невозможным.

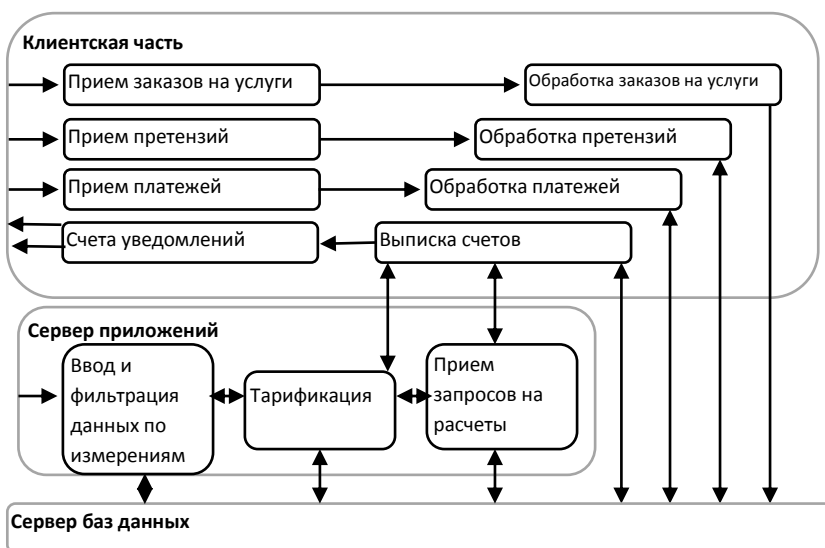


Рисунок 2 - Информационные процессы в ИС ЖКХ

Биллинг – это автоматизированная система учёта предоставленных услуг, их тарификации и выставления счетов для оплаты.

Биллинговая система обеспечивает полную обработку информации: учет объема коммунальных ресурсов, формирование квитанций со штрих-кодом на оплату ЖКУ, учет платежей от населения и юридических лиц.

В основу автоматизированного биллингового сервиса входит собственный вычислительный интернет-ресурс, периодически

обновляемый в связи с ростом потребностей пользователей, а также изменений в законодательстве ЖКХ.

Также перед управляющими и снабжающими организациями, ЖКХ и др. на сегодняшний день стоят главные задачи, решение которых при помощи биллинга становится достаточно успешным:

- управляющие компании постоянно взаимодействуют с клиентами и непрерывно осуществляют контроль;
- поддерживается абонентский отдел со множеством клиентов с разными объемами использования услуг в сфере ЖКХ;
- обеспечиваются точные расчеты использования энергетических ресурсов и иных услуг в сфере ЖКХ;
- накапливается и хранится информация, обеспечивающая взаимодействие с должниками;
- копяты и сохраняются сведения для составления периодических отчетов и анализа эффективности ведения бизнеса.

Коммунальная биллинговая система открывает основные возможности:

Во-первых, с промышленной системой обеспечивает принципиально новый уровень прозрачности рынка жилищно-коммунальных услуг. В результате автоматизации финансовые потоки участников расчетов становятся прозрачными.

Во-вторых, коммунальная биллинговая система способна обеспечить кратное снижение затрат производителей и поставщиков на обслуживание розничных потребителей. Например, у некоторых поставщиков расходы на сбыт и работу с потребителями составляют 13-15% от выручки.

В-третьих, строгое разделение функций расчетного центра и службы заказчика там, где оно проводится последовательно и квалифицированно, приводит к снижению финансовых потерь. Посредники лишаются возможности произвольно манипулировать денежными средствами поставщиков.

И, наконец, в-четвертых, коммунальная биллинговая система ведет персональный учет задолженности по оплате и открывает новые возможности для работы с должниками.

Проведенный анализ затрат на услуги биллинга по предлагаемой схеме показывает, что их величина не превышает 3% от суммы начислений (при 100-процентном уровне оплаты) [5].

Список литературы:

1. Аверченков, В.И. Системы организационного управления / В.И. Аверченков, В.В. Ерохин. – Брянск: БГТУ, 2006. – 208 с.
2. Федеральный закон от 06.10.2003 № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».
3. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов».
4. Козлюк А.Г. Функционирование ЖКХ в современных условиях/ Белгород – БелГТАСМ, 2002 – 42 с.
5. Чаадаев В. К. Проблемные зоны взаимодействия между участниками рынка коммунальных услуг при отсутствии оператора коммерческого учета // Современные научные исследования и инновации. 2015 г. № 7–3 (51).

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ*

**Косухин М.М., канд. техн. наук, профессор,
Косухин А.М., ст. преподаватель,
Ковалева К.А., магистрант,
Горбунова А.В., магистрант**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. Представлен краткий анализ развития жилищно-коммунального хозяйства России, позволяющий сделать выводы о современном состоянии отрасли. Показано, что на сегодняшний день она находится в катастрофическом состоянии. Необходим комплекс действенных мер руководства страны по выводу отрасли из кризисного состояния. Для оценки сложившейся ситуации необходим детальный анализ, как в целом отрасли, так и ее подотраслей специалистами-профессионалами. Для решения стоящих перед отраслью задач необходимо провести разгосударствление, разработать конкретную нормативно-правовую базу, механизмы привлечения в отрасль высококвалифицированных специалистов. Обеспечить контроль обоснованности уровня тарифов на жилищно-коммунальные услуги и исключить посредников в лице управляющих компаний по оплате за реально потребляемые коммунальные ресурсы.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, реформирование ЖКХ, жилищный фонд, жилищно-коммунальные услуги, ветхость и аварийность основных фондов, моральный и физический износ, приборы учета, капитальный ремонт.

На сегодняшний день определение городское хозяйство (жилищно-коммунальное) – это комплекс подотраслей, обеспечивающий функционирование инженерной инфраструктуры различных зданий населенных пунктов, создающий удобства и комфортность для проживания и нахождения в них граждан путем предоставления им широкого спектра жилищно-коммунальных услуг [1].

На современном этапе социально-экономических реформ проблемы стабилизации и повышения уровня и качества жизни населения стали центральными. От их решения во многом зависят направленность и темпы дальнейших преобразований, и, в конечном счете, политическая стабильность в обществе. Сегодня ЖКХ в регионах испытывает трудности и сильно отстает от современных требований.

Одна из основных причин этого является нехватка средств, выделяемых из бюджетов всех уровней, а также повсеместные неплатежи и несвоевременная оплата жилищно-коммунальных услуг населением [2].

Задача создания эффективной системы финансирования сферы жилищно-коммунальных отношений требует особого внимания. В значительной мере организация функционирования жилищно-коммунального хозяйства входит в сферу ведения местного самоуправления и напрямую влияет на уровень и качество жизни большинства жителей муниципальных образований. В настоящее время эта сфера отношений является источником постоянного социального напряжения и социальных конфликтов, связанных со следующими причинами:

- высокой изношенностью и низкой энергоэффективностью жилищного фонда и коммунальных сетей;

- непрозрачностью процедур установления тарифов на услуги ресурсоснабжающих организаций, слабым распространением практики установления индивидуальных для каждого дома размера платы за жилое помещение;

- слабым развитием конкуренции на рынке управляющих организаций, низким качеством услуг, предоставляемых ими населению, наряду с высокой стоимостью этих услуг;

- насаждением одной организационно-правовой формы объединения собственников – товариществ собственников жилья, наряду с неэффективным функционированием ТСЖ, обусловленным, в том числе, повсеместной пассивностью и низкой правовой грамотностью собственников, а также распространенными злоупотреблениями недобросовестных должностных лиц, стремящихся к подмене реальных ТСЖ их фиктивными аналогами [3].

При этом муниципальные образования не только не имеют реальных финансовых возможностей для решения этих проблем, но и достаточных возможностей по организации надлежащего контроля и регулирования в данной сфере.

Принципиального решения требуют вопросы высокого износа основных фондов коммунальной инфраструктуры и низкого качества обслуживания многоквартирных домов, что соответственно влечет падение качества и комфорта проживания в них граждан. Безусловно имеется положительный эффект от деятельности Фонда содействия реформированию ЖКХ, за счет средств которого и средств

консолидированных бюджетов субъектов Российской Федерации в основном и осуществляется капитальный ремонт многоквартирных домов. Вместе с тем такой капитальный ремонт осуществляется в минимально-необходимых объемах. При этом зачастую не ставится задача повышения уровня эффективности использования ресурсов, снижения потерь и повышения уровня благоустройства дома при проведении его ремонта. В результате отремонтированные многоквартирные дома не соответствуют современным требованиям [4].

В целях выхода из сложившейся ситуации Распоряжением Правительства Российской Федерации от 02.02. 2010 № 102 -р утверждена концепция федеральной целевой программы «Комплексная программа модернизации и реформирования жилищно-коммунального хозяйства на 2010-2020 годы». В данной Концепции определены основные цели, и приоритетные направления реформирования ЖКХ:

- обеспечение к 2020 году собственников многоквартирных домов коммунальными услугами нормативного качества и по доступной цене;

- совершенствование конкурентных отношений в сфере управления и обслуживания жилищного фонда (создание ТСЖ и управляющих организаций);

- развитие управления имущественным комплексом коммунальной сферы на основе частно-муниципально-государственного партнерства, концессионных соглашений (вовлечение бизнеса);

- перевод льгот и субсидий по оплате жилья и коммунальных услуг в денежную форму (монетизация льгот);

- развитие системы ресурсо- и энергосбережения (приборы учета) [5].

Однако сама федеральная целевая программа до сих пор не принята. Требуются серьезные изменения характера общественных отношений в сфере коммунального хозяйства. Видится целесообразным инициировать целевой государственный заказ на проекты модернизации инфраструктуры, в том числе распространение механизмов государственных гарантий инвестиций в инфраструктуру муниципальных образований и в межмуниципальные инфраструктурные проекты [6].

Необходимо также отметить, что в настоящее время не определены механизмы дальнейшей, после завершения сроков работы Фонда, государственной поддержки собственников помещений в проведении

капитальных ремонтов многоквартирных домов и модернизации коммунальной инфраструктуры муниципальных образований [7].

Отсюда следует, что отдельного внимания требуют вопросы межбюджетных отношений. Например, при формировании бюджета субъекта Российской Федерации на очередной финансовый год в расчетах потребности муниципального образования в финансовых средствах, расходы на капитальный ремонт муниципального имущества не принимаются во внимание. Доходы от сдачи такого имущества в аренду учитываются в общей сумме доходов бюджета муниципального образования, которые направляются на финансирование расходов (на содержание учреждений, благоустройство и иные учтенные в расчете мероприятия), утвержденных в соответствии с нормативами минимальной бюджетной обеспеченности.

Аналогичное внимание требуется уделить при решении вопроса о ремонте другого муниципального имущества в сфере ЖКХ: теплотрасс, котельных и водопроводов, так как в структуре действующих тарифов соответствующие средства в достаточном объеме не предусматриваются [8].

Другой проблемой, не способствующей полноценному финансовому обеспечению полномочий муниципалитетов в сфере ЖКХ, является действующая методика анализа финансовых потребностей муниципальных образований в целях выравнивания бюджетной уровня их расчетной обеспеченности. Указанная методика не учитывает фактический рост цен и тарифов на коммунальные услуги, которые занимают в расходах муниципальных учреждений второе место после заработной платы. Рост тарифов на коммунальные услуги по теплу и электрической энергии значительно превышает прогнозируемый рост тарифов, рассчитанных по этой методике. Данная методика содержит понижающие коэффициенты к утвержденным нормативам по ряду расходных полномочий. Например, при применении понижающих коэффициентов по капитальному ремонту муниципального жилищного фонда нормативные расходы уменьшаются на 55%, а по капитальному текущему ремонту дорог и их содержанию на 95% [9].

Таким образом, муниципальное имущество невозможно отремонтировать за счет средств местного бюджета, что входит в противоречие с обязанностью собственника проводить капитальный ремонт муниципального имущества.

Следующей проблемой, препятствующей эффективному развитию сферы ЖКХ, является непрозрачность процедур установления тарифов

на услуги ресурсоснабжающих организаций, что вызывает необоснованный рост стоимости коммунальных услуг в целом и существенно превышающий темпы роста доходов граждан. В совокупности со слабым развитием конкуренции на рынке управляющих организаций данное обстоятельство порождает низкое качество жилищно-коммунальных услуг, предоставляемых населению, и сопровождается высокой стоимостью этих услуг. Еще одной важной проблемой при реализации полномочий муниципалитетов является отсутствие действенного контроля со стороны муниципальных образований за деятельностью организаций, осуществляющих эксплуатацию и обслуживание общего имущества в многоквартирном доме, что является следствием отсутствия у муниципалитетов реальных рычагов влияния на эти организации.

В то же время, проблемы ЖКХ сегодня невозможно решить только за счет финансовых ресурсов бюджетов всех уровней. Государственно-муниципально-частное партнерство является важным инструментом развития муниципальной, прежде всего, жилищно-коммунальной инфраструктуры.

Важнейшим условием для развития жилищно-коммунальной инфраструктуры муниципальных образований является привлечение в нее частных инвестиций. Развитие государственно - муниципально-частного партнерства на территории муниципальных образований требует объединение усилий органов власти всех уровней.

На федеральном и региональном уровне должны быть приняты соответствующие законы и подзаконные акты, разработаны и внедрены программы, стимулирующие сотрудничество между муниципальными образованиями и бизнесом [10].

В заключении можно сделать вывод о том, что существенной составляющей данных программ должно стать обучение выборных должностных лиц местного самоуправления и муниципальных служащих. Информирование органов местного самоуправления о круге потенциальных инвесторов, о технологиях работы с ними, опыте других муниципалитетов по реализации инвестиционных проектов. Создание общедоступных баз инвестиционных предложений и проектов, методическая поддержка органов местного самоуправления в данной сфере, как на этапе подготовки инвестиционных предложений, так и на этапе их реализации. Общественные организации и объединения муниципальных образований также могут внести значительный вклад в процесс развития публично-частного партнерства на местном уровне.

**Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

Список литературы:

1. Кириллова Д.И. Проблемы в сфере жилищно-коммунального хозяйства и пути их решения // Молодой ученый. 2014. №14. С. 162-163.
2. Косухин М.М. От истории создания до современного состояния и перспектив развития жилищно-коммунального хозяйства России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №12. С. 48-54.
3. Формы территориального общественного самоуправления в сфере ЖКХ / Г.Г. Голиков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2005. № 12. С. 362-365.
4. Kosukhin M.M., Kosukhin A.M. The Energy-Efficient Facade Systems for Civic Buildings // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies «Far East Con» 2018. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042036 IOP Publishing doi:10.1088/1757899X/463/4/042036. Ч.3.
5. Распоряжение Правительства РФ от 02.02.2010 № 102-р «Об утверждении Концепции федеральной целевой программы «Комплексная программа модернизации и реформирования жилищно-коммунального хозяйства на 2010 - 2020 годы»».
6. Графов А.А. Направления совершенствования жилищно-коммунального хозяйства на основе инноваций // Экономика и управление. 2010. № 2.
7. Kosukhin M.M., Kosukhin A.M., Komarova K.S. Increasing of the energy efficiency in civilian buildings applying fixed type of facade systems // International Conference on Energy Systems- 2007 (ICES 2017) IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1066 (2018) 012012 doi:10.1088/17426596/1066/1/012012.
8. Косухин М.М., Скороходов К.Р., Косухин А.М., Богачева М.А. Роль состояния жилищно-коммунального комплекса в обеспечении устойчивого развития муниципальных образований Белгородской области // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №11. С. 212-218.
9. Коломейцев А.В. Сертификация – эффективный инструмент управления в современных условиях реформирования и модернизации ЖКХ // Основные проблемы и механизмы реализации подпрограммы «Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры»: материалы научно-практической конференции. Ярославль, 2008.
10. Экономические методы управления жилищно-коммунальным хозяйством в регионе / И.В. Чеченина // Вестник Белгородского университета потребительской кооперации. 2009. № 1. С. 83-87.

ПРОБЛЕМА ИЗНОСА ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА*

**Косухин М.М., канд. техн. наук, профессор,
Косухин А.М., ст. преподаватель,
Горбунова А.В., магистрант,
Ковалева К.А., магистрант**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. Представлен краткий анализ технического состояния систем жизнеобеспечения страны. Показано, что сегодня они находятся в катастрофическом состоянии, от которого зависит дальнейшее благосостояние в развитии народонаселения. Необходим комплекс действенных мер по выводу отрасли из кризисного состояния. Для приведения коммунальных систем в удовлетворительное состояние необходим детальный анализ их технического состояния специалистами-профессионалами. Отмечено, что инженерные сети нуждаются в проведении масштабной реконструкции. Главная роль в решении этого вопроса отводится капитальному ремонту. Неотъемлемой частью стоящей проблемы является разработка отечественных ремонтно-строительных материалов и технологий, отвечающих современным требованиям и условиям эксплуатации инженерных систем и сооружений.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, ветхость и аварийность коммунальных систем, моральный и физический износ, ремонтные составы для внутренних железобетонных поверхностей, капитальный ремонт, санация, реновация.

Жилищно-коммунальное хозяйство выполняет самую важную функцию жизнеобеспечения граждан. Значителен вес этой сферы в экономике страны. Успешно решать важнейшую для населения страны функцию может только эффективно функционирующая и динамично развивающаяся отрасль [1].

Жилищно-коммунальное хозяйство России формируется из совокупности многих сегментов, обеспечивающих работоспособность всей инфраструктуры, представленной на рис. 1.

Устройство работы жилищно-коммунального хозяйства в нашей стране все чаще дает сбои. С увеличением роста недвижимости в данной сфере появляются проблемы, которые затрагивают каждого домовладельца.

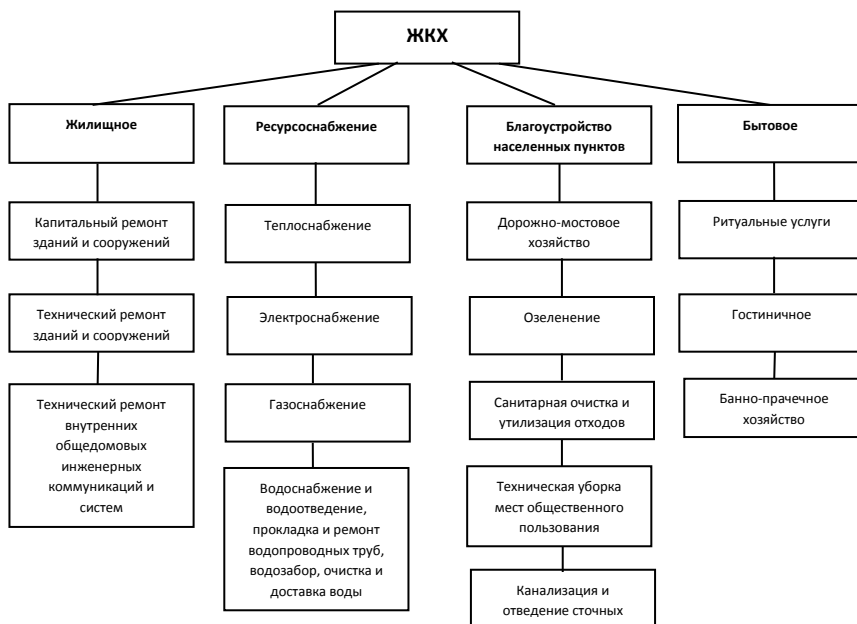


Рисунок 1 - Сегменты, составляющие жилищно-коммунальный комплекс

С появлением и ростом городов стало наблюдаться увеличение строительства нового жилья, вследствие этого возникла необходимость в усовершенствовании его обслуживания.

Любое современное здание в обязательном порядке обустраивается инженерными коммуникациями. Именно наличие данных сетей создает для человека требуемый уровень комфорта [2]. Поэтому важно поддерживать все составляющие системы ЖКХ в работоспособном состоянии.

Кризисное состояние жилищно-коммунального хозяйства сегодня стало одной из наиболее актуальных проблем. Однако из всего спектра проблемы выделяется высокая степень износа коммунальных инженерных сетей и сооружений.

Внутренние и наружные инженерные сети – значимая часть инфраструктуры страны, влияющая на качество жизни граждан и деятельность коммерческих организаций. Понятие «внутренние

инженерные сети и коммуникации» объединяет комплекс решений технического характера, которые позволяют обеспечить наиболее благоприятные условия пребывания для пользователей [3].

Если раньше вопрос об инженерных сетях в населенном пункте состоял в том, чтобы их воссоздать в ближайшее время, то в настоящий момент, вопрос сменился анализом влияний на инженерные сети природно-климатических изменений, долголетием коммуникаций, важностью и надобностью, а также решился вопрос, связанный с эстетичным видом.

Многие коммуникации нуждаются в модернизации, ремонте реконструкции для предотвращения аварийных ситуаций, в исправлении технологических нарушений, допущенных при строительстве. Все эти задачи требуют ответственных решений и высокого профессионализма работников [3].

Без исключения все типы инженерных сетей должны обеспечивать безопасность людей, своевременно поставлять потребителям электричество, воду, газ, прочие ресурсы и услуги. Первые инженерные сети возникли довольно давно, поэтому со временем пришли в непригодное состояние.

Износ коммунальной инфраструктуры на сегодняшний день составляет более 60%, около 25% основных фондов полностью отслужили свой срок. Износ инженерного оборудования достиг 73%, инженерных сетей - 65%. Надежность систем теплоснабжения в 2,5 раза ниже, чем в европейских странах. Ежегодно капитальному ремонту подвергается менее 1% сетей вместо минимально допустимых 3%. Количество технологических нарушений и аварий в работе коммунальных объектов выросло за последние 10 лет в пять раз.

Плановый ремонт инженерных сетей практически полностью уступил место аварийно-восстановительным работам, затраты на проведение которых в три раза выше, чем затраты на плановый и капитальный ремонт подобных объектов [4].

Например, каждый из нас пользовался, или же пользуется газом в быту, но не всякий имеет представление о том, как сложна и многогранна система газопровода, его строение, и как сложно поддержание газопроводов в стабильном не аварийном состоянии. Поэтому бесперебойная подача газа чрезвычайно важна. Одной из важнейших проблем развития газовой промышленности является повышение уровня эксплуатационной надежности газопроводов с целью поставки запланированных объемов газа [5]. Главная задача в транспортировке газа – обеспечение надежного функционирования

системы газопроводов за счет комплекса плановых мероприятий, в том числе ремонта.

Следовательно, необходимость исследования вопросов капитального ремонта с целью повышения безопасности при эксплуатации газопроводов является актуальной. Рассмотрим проблемы разработки, и использования новых методов ремонта газопроводов с экономией времени, ресурсов при сохранении подачи газа.

Ремонтные работы представляют собой совокупность мер по поддержанию газопроводов и других сооружений в состоянии технической готовности и по сохранению этими сооружениями необходимых эксплуатационных качеств [6]. Основное внимание работников газовых хозяйств должно быть сосредоточено на предупреждении аварий и поддержании газопроводов и оборудования в хорошем состоянии. Это достигается с помощью системы планово-предупредительного ремонта, который представляет собой комплекс периодически осуществляемых организационно-технических мероприятий по надзору и уходу за сооружениями, по проверкам оборудования и производству всех видов ремонта.

Прежде всего, технология ремонта должна быть универсальной и простой, обеспечивать массовый ремонт трубопроводов среднего и низкого давлений с повреждениями различного вида, а также необходимо, чтобы ремонт был выборочным и проводился без остановки эксплуатации газопроводов.

В настоящее время поддержание технического состояния газопровода выполняют традиционными методами капитального ремонта, которые ведутся на отключенном и полностью освобожденном от газа участке трубопровода, что требуют больших финансовых затрат.

Технология проведения выборочного метода ремонта на действующем газопроводе без остановки перекачки газа позволит снизить недопоставки газа потребителю, затраты на замену трубы, потери газа при опорожнении в атмосферу и потери газа при продувке газопровода [7].

Однако, выбирать стратегию ремонта газопровода следует с учетом обеспечения безопасности работ и охраны окружающей среды, бесперебойного снабжения потребителей газом. Необходимо найти разумное соотношение между затратами на техническое обслуживание и ремонт, уровнем надежности и эффективности функционирования газопровода.

С ростом городов, возведением многоэтажных и повышенной этажности зданий усложнилось их инженерное оборудование, возросли расходы на его содержание.

Именно поэтому первостепенное значение в эксплуатации зданий имеет своевременный контроль технического состояния, систематическая проверка исправности строительных конструкций и инженерного оборудования, позволяющий предотвратить преждевременный износ инженерного оборудования и здания в целом, обоснованно планировать и проводить профилактические мероприятия [8].

Таким образом, в заключении можно сделать вывод о том, что бесперебойное и качественное обеспечение жителей домов коммунальными услугами возможно только при условии надлежащего состояния внутридомовых инженерных коммуникаций и сетей, что в конечном итоге и выведет жилищно-коммунальное хозяйство из кризисного состояния домов и безопасному, комфортному пребыванию в них людей.

**Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

Список литературы:

1. Пугачева О. Н. Анализ состояния отрасли ЖКХ в кризисный период // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2017. № 5. С. 120-128.
2. Графов А.А. Направления совершенствования жилищно-коммунального хозяйства на основе инноваций // Экономика и управление. 2010. № 2. С. 157.
3. Косухин М. М. От истории создания до современного состояния и перспектив развития жилищно-коммунального хозяйства России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2016. №12. С. 48-54.
4. Косухин М.М., Косухин А.М. Водоотводящие инженерные сети в прошлом, настоящем и будущем // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2017. № 6. С. 29-34.
5. Смирнова Ю.О., Бибилашвили А. Д. Энергоэффективность в жилищно-коммунальном хозяйстве // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2017. № 1. С. 242-250.
6. Косухин М.М., Константиновская Л. В. К вопросу о гидравлической совместимости ремонтных материалов в безнапорных трубопроводах при бестраншейной реновации // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 37-40.
7. Шариков Р.Р. Экономическая эффективность применения методов ремонта газопроводов без остановки перекачки газа потребителю // В

- ж. «Территория Нефтегаз». 2009. (Сайт) URL: <http://rud.exdat.com/docs/index-754232.html>.
8. Kosukhin M.M., Kosukhin A M. The Energy-Efficient Facade Systems for Civic Buildings // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern technologies «Far East Con» 2018.IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 463 (2018) 042036 IOP Publishing doi:10.1088/1757899X/463/4/042036. Ч.3.

УСТОЙЧИВОСТЬ АРМИРОВАННЫХ ГРУНТОВ В ОТВАЛАХ, НАСЫПЯХ И ПОДПОРНЫХ СТЕНАХ

**Кочерженко В.В., канд. техн. наук, профессор,
Сулейманов А.Г., канд. техн. наук**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрены материалы по изучению статической работы армированного грунта в отвалах, насыпях и в подпорных стенах, способы определения размеров массива армированного блока в окружающем неармированном грунте. Определены теоретически необходимые длины анкерных полос в активной зоне скольжения грунта. В ходе исследования было выявлено, что при использовании армированного грунта возникает необходимость в антикоррозионном покрытии арматуры.

Ключевые слова: армированные грунты, оценка устойчивости грунта, подпорные стены, отвалы, насыпи.

Еще в древние времена в отечественной практике армирование грунта засыпки использовали для причальных и берегоукрепительных сооружений Архангельска, которые успешно эксплуатируются до сего времени. В этих сооружениях грунт засыпки на значительной ширине армировали слоями деревянной рейки – отходами лесопильных заводов. Началу современному применению армированного грунта было положено в 1966 г. французским инженером А. Видалем.

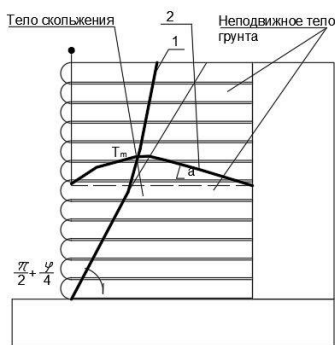


Рисунок 1 - Распределение растягивающих усилий вдоль анкерной полосы:

1 – геометрическое место точек приложения максимальных растягивающих усилий; 2 – эпюра растягивающих усилий

Существует множество технологий и материалов, с помощью которых ведется армирование грунта. Один из наиболее эффективных и экономически оправданных – профессиональное применение геосинтетических материалов [1].

Стенки рассматриваемого типа принципиально отличаются от других подпорных и анкерных стенок тем, что на ограждение не воздействует полное давление грунта, поскольку значительная часть давления с помощью сил трения передается на анкерные полосы в активной зоне скольжения.

Распределение растягивающих сил вдоль анкерной полосы приведено на рис. 1.

Здесь кривая *I* геометрическое место точек приложения максимальных растягивающих усилий в каждой полосе. В точках приложения максимальных растягивающих усилий изменяется направление касательных сил вследствие неравномерности сил трения о грунт в зависимости от расположения полос в теле скольжения. Именно начиная с этих точек растягивающие силы при помощи сил трения начинают передаваться от анкерных полос неподвижному грунту и на краю анкерной полосы снижаются до нуля. Однако эта сила снижается также из-за показанной на рис. 1 волнистой линией ограждающей металлической облицовки. Проскальзывающая часть грунта, очевидно, так же, как и неподвижная часть, передает нагрузки на полосу на всем ее протяжении вплоть до ограждающей стенки, в результате чего последняя воспринимает только остаточное давление.

При применении растянутых анкерных полос грунт в направлении скольжения может воспринимать значительно более высокие касательные усилия с учетом анизотропности грунта.

Тот факт, что давление грунта (в качестве активного тела скольжения) передается с помощью сил трения непосредственно на анкерные полосы, позволяет назвать эту систему армированным грунтом. Нагрузка на анкерные полосы вследствие сил трения, создаваемых усилиями давления грунта, аналогична напряжениям сцепления в железобетоне. Поэтому подобно армированному бетону новый материал получил название армированный грунт.

Армированный грунт рассматривают, как массивный блок, размеры которого определяются длиной анкерных элементов. Длина полос (и соответственно протяженность тела) составляет обычно $B \geq 0,7 H$. Определение размеров массива армированного блока в окружающем неармированном грунте осуществляется посредством разделения в

расчетах устойчивости сооружения на внутреннюю и внешнюю. Общая устойчивость сооружения от различных факторов приведена на рис. 2.



Рисунок 2 - Факторы, влияющие на общую устойчивость сооружения из армированного грунта

В связи с тем, что внешняя устойчивость сооружения характеризуется запасом прочности грунта и устойчивостью блока на скольжение и опрокидывание, в обычном понимании здесь возникнуть не может, так как при увеличении внешних моментов происходят перемещения элементов блока. Поэтому эти виды устойчивости не вызывают сомнений и подробно не рассматриваются.

При рассмотрении внутренней устойчивости блока армированного грунта в виде массивного самонесущего тела рассмотрели стенку высотой 12,0 м.

При этом в расчетах приняли 2 вида насыпного грунта: песок ($\gamma = 1,9 \text{ т/м}^3$; $\varphi = 32^\circ$; $c = 0,03 \text{ кг/см}^2$) и суглинок ($\gamma = 1,75 \text{ т/м}^3$; $\varphi = 23^\circ$; $c = 0,25 \text{ кг/см}^2$). Грунт армирован металлической сеткой $d_s = 3 \text{ мм}$, при этом угол внутреннего трения грунта возрос до 48° ; $c = 0,20 \text{ кг/см}^2$,

согласно [2]. Расчет выполнили при равномерно-распределенной нагрузке $q = \text{const}$ ($3,0 \text{ т/м}^2$).

Таким образом, действующие нагрузки состоят из внешних сил, собственной массы, а для поверхности скольжения *1* еще добавляется давление грунта. Противодействующие силы состоят из сил трения грунта, растягивающих напряжений в армированной сетке (полосе), возникающих от сил трения сетки (нормальные силы), и теоретически возможных остаточных сдвигающих напряжений в сетке (поперечные силы), которые можно определить по формулам Мизеса, учитывающим перераспределение напряжений [3]. Расчетная схема подпорной стенки из армированного грунта при оценке внутренней устойчивости приведена на рис. 3.

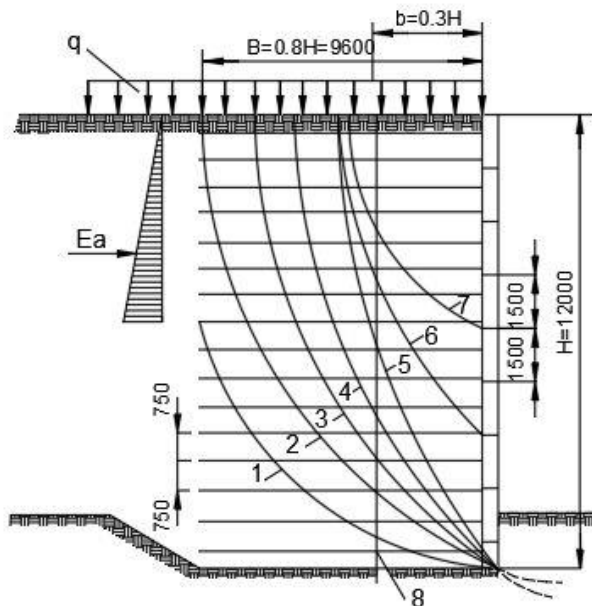


Рисунок 3 - Расчетная схема работы подпорной стенки:
1-8 – поверхности разрушения

Приведенные значения показывают, что уже при относительно небольших деформациях, проблема устойчивости становится весьма важной. Наименьшая устойчивость наблюдается по поверхности скольжения 5 (рис. 3), которая практически совпадает с геометрическим

местом точек всех максимальных растягивающих сил в анкерных полосах [4].

В этой плоскости скольжения коэффициент устойчивости только от сил трения грунта составляет $K_y = 0,51$. Остальная часть обеспечивается сопротивлением внутренних сил анкерных элементов. А так как блок может консольно выступать на участке, ширина которого достигает 30 % высоты ($b = 0,3 H$), было экспериментально проверено для вертикальной плоскости скольжения δ (см. рис. 3). В этом случае еще возможно восприятие поперечных сил с коэффициентом $K_y = 1,15$ (в области напряжений текучести) и $K_y = 1,82$ (в области разрушающих напряжений) [5].

Влияние сил трения, возникающих вследствие давления грунта, составляет здесь только $K_y = 0,20$ [6]. Однако, вызванный консольным расположением блока результирующий изгибающий момент не может больше восприниматься самим блоком при линейном расположении напряжений [7].

При определении длины анкерных сеток (полос) и нагрузки на них, принимая во внимание заданное расстояние между анкерами по высоте и ширине ($\alpha = 750$ мм) можно с целью упрощения считать, что каждая анкерная полоса передает непосредственно на переднюю стенку усилие, соответствующие части давлений грунта (рис. 4).

Напряжения, действующие в грунте на глубине h , составляют $\gamma h \lambda$. Внешняя нагрузка, приходящая на участок плиты площадью a^2 часть давления грунта, составляет:

$$\Delta E = \gamma \lambda_a a^2,$$

$$\text{где } \lambda_a^{\text{песка}} = tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right); \lambda_a^{\text{суглинка}} = tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right) + 2ctg \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right),$$

и должна равняться соответствующей силе, воспринимаемой анкерной сеткой (полосой):

$$Z = \gamma h f 2bl,$$

где f – коэффициент трения грунта по анкеру; b – ширина анкерной полосы (сетки); l – необходимая длина анкерной полосы [8].

Из уравнения $Z = \Delta E$ следует, что необходимая длина сцепления полосы, обеспечивающая равновесие грунтовой массы, не зависит от глубины заложения при равном давлении грунта. Поэтому длина анкерных полос при равенстве прочих геометрических соотношений зависит только от давления грунта, коэффициентов трения и запаса прочности. Независимость от глубины заложения следует из того, что

давление грунта, как и трение, возрастает пропорционально увеличению внешней нагрузки при увеличении глубины заложения.

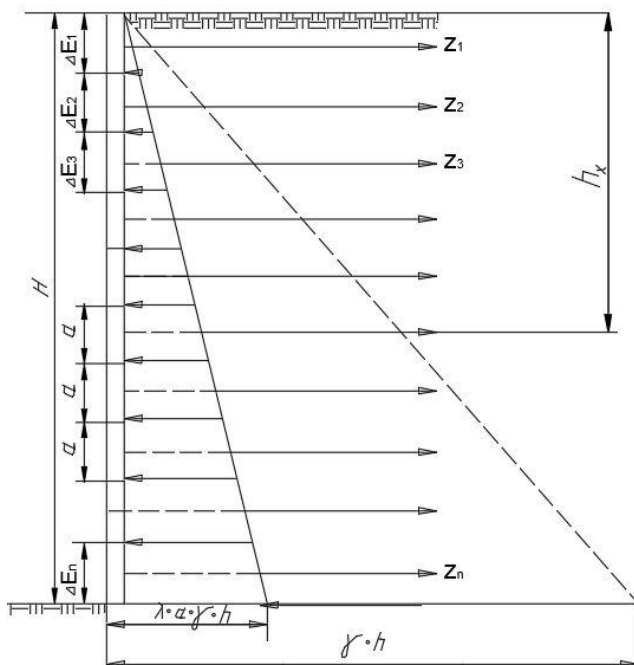


Рисунок 4 - Распределение давления грунта на ограждающую стену

Исходя из пространства длины, можно легко ограничить теоретически необходимые размеры армированного грунта как строительной конструкции. Анкерные полосы передают на неподвижное основание приходящуюся на них нагрузку на участке, длина которого определяется размерами поверхности скольжения. Теоретически наибольшие размеры конструкции из армированного грунта имеют место по Кулону при угле наклона поверхности скольжения, равном $45^\circ + \varphi/2$. Обе криволинейные поверхности скольжения снова представляют собой геометрические места точек приложения всех максимальных растягивающих сил, которые определены при испытаниях на крупноразмерных образцах и моделях. При стальной ограждающей стенке начальная точка линии скольжения находится на верхней грани заполнения на расстоянии от переднего

края стенки, равном 0,25 высоты стенки Н, а в случае стенки из бетонных плит – на расстоянии 0,35 Н [9, 10].

Если исходить из схемы, представленной на рис. 4, то необходимые длины анкерных полос, рассчитываемые без учета устойчивости, укорачиваются сверху вниз из-за показанных на рисунке изменений их толщины и количества на длине сцепления [11].

Таким образом, теоретически необходимые длины полос могут быть меньше обычно принимаемой величины $l \geq 0,7 H$; этим объясняются причины выбора коротких анкерных элементов в подошве подпорной стенки.

Массивные конструкции из армированного грунта с отношением ширины к высоте, равным 0,7, всегда позволяют проводить точные расчеты. Однако применение армированного грунта представляет определенные требования к анкерным конструкциям, к насыпному материалу (грунту) и его укладке и уплотнению. Металлические анкерные конструкции должны быть оцинкованы. В последнее время начали использовать легированные стали и алюминиевые сплавы [12, 13].

Грунты – заполнители должны соответствовать следующим требованиям:

- в их состав должны входить стойкие против выветривания и достаточно водонепроницаемые материалы однородного качества;

- они не должны содержать никаких органических примесей, а также химических примесей, агрессивных по отношению к бетону и металлу;

- содержание частиц мельче 0,06 мм должно быть менее 15 %, а фракции крупнее 100 мм – менее 25 %;

- максимальный диаметр кусков не должен превышать 250 мм;

- необходимо, чтобы угол внутреннего трения был больше или равен 25° (в уплотненном состоянии) [14].

Уплотнение грунта ставит целью достижение как можно большего сопротивления трения на возможно более коротком участке. Чтобы не произошло отрыва анкерных полос от ограждающей стенки из стальных профилей или бетонных плит, уплотнение непосредственно за стенкой на участке шириной не менее 1 м следует производить с помощью легких трамбовок.

При использовании связных грунтов и насыпного материала, отличающегося по своему составу от указанного выше гранулометрического эталона, необходимо в ряде случаев осуществлять специальные мероприятия для отвода воды из тела отвалов и насыпей,

возведенных с применением армированного грунта, причем, эти мероприятия в каждом конкретном случае могут быть различными.

Изложенные выше материалы по изучению статической работы армированного грунта в насыпях и в подпорных стенах позволяют сделать следующие выводы:

– отвалы, насыпи и подпорные сооружения из армированного грунта массивны и функционируют как гравитационные сооружения. Их вертикальные или крутые откосы позволяют намного уменьшить отводы земель по сравнению с классическими насыпями;

– возведение сооружений из армированного грунта отличается низкой стоимостью, так как возводятся в сжатые сроки с применением простых машин и механизмов, не требуется дорогих и дефицитных материалов;

– однако при использовании армированного грунта возникает необходимость в антикоррозионном покрытии арматуры, хотя в настоящее время рассматривается вопрос изготовления арматуры из пластмасс.

Список литературы:

1. Антонов В.М. Экспериментальные исследования армированных оснований. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 80 с.
2. Кочерженко В.В., Сулейманова Л.А., Мирзоев А.А. Исследование влияния изменчивости свойств песчаных и глинистых грунтов на напряженно-деформированное состояние оболочек опускных колодцев при их погружении. // Вектор ГеоНаук. №2. 2018. С. 38-47.
3. Сулейманова Л.А., Кочерженко В.В., Погорелова И.А. Методика расчета продолжительности погружения опускных колодцев с учетом надежности технологических элементов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 69-72.
4. Кочерженко В.В., Погорелова И.А., Сулейманов А.Г., Коломацкий А.С. Разработка и исследование способа уменьшения потерь земельных ресурсов под отвалами вскрышных пород КМА путем армирования их откосов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 55-59.
5. Кочерженко В.В., Карякин В.Ф. Лабораторные исследования влияния армирования грунтов на их прочностные характеристики. // Эффективные конструкции и материалы зданий и сооружений: Межвуз. сборник трудов. г. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999. С. 96-103.

6. Suleymanova L.A., Pogorelova I.A., Kirilenko S.V., Suleymanov K.A. Physical basis of destruction of concrete and other building materials / В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. «International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 – Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment» 2018. С. 022082.
7. Отчет о научно-исследовательской работе №826ЮР «Инженерно-геологическое обоснование безопасных параметров отвалов Лебединского ГОКа, обеспечивающих их устойчивость и увеличение емкости». ОАО «НИИКМА». – г. Губкин. 2001. 96 с.
8. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта. Перевод с английского В.С. Забавина; Под ред. В.Г. Мельника. – М.: Стройиздат, 1989. 280 с.
9. Маслов Н.Н. Основы механики грунтов и инженерной геологии. – М.: Высшая школа, 1968. 630 с.
10. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по обеспечению устойчивости, увеличению емкости и использованию под строительство отвалов, формируемых на слабом основании» / НПО «ВИОГЕМ». №ГР 01900018734 – г. Белгород, 1990. 142 с.
11. Прокин Д.А., Антонов В.М. Исследование прочностных и деформационных характеристик армированных грунтов / Сб. научных трудов Тамбовского государственного технического университета. Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. 80 с.
12. Сулейманова Л.А. Энергия внутренних связей в материале – основа его прочности, деформативности и сопротивляемости различным факторам // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 154-159.
13. Гладков Д.И., Сулейманова Л.А. Физико-механические основы строительного материаловедения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2005. № 9. С. 68-72.
14. Томаков П.Н., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т. Экология и охрана природы при открытых горных работах. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 1994. 408 с.

О НОВОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УКЛАДЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Лосев Ю.Г.¹, канд. техн. наук., доцент,

Лосев К.Ю.², канд. техн. наук

¹*Старооскольский технологический институт НИТУ МИСиС*

²*Московский государственный строительный университет*

Аннотация. В докладе инновационное развитие строительной отрасли связывается с созданием нового технологического уклада на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства. Предлагается для региона сформулировать общую целевую программу создания инновационного ТУ для малоэтажного жилищного строительства на основе уже имеющихся экологических, энергоэффективных, экономичных строительных систем МЖС. Предлагается индустриальная строительная система МЖС на основе применения композиционных гипсобетонов. Для этих целей в регионе создат объектно-ориентированный промышленный кластер МЖС.

Ключевые слова: технологический уклад, жизненный цикл объектов малоэтажного жилищного строительства, BIM-модели, BIM-технологии, строительные системы, объектно-ориентированный промышленный кластер.

Инновационное развитие строительной отрасли в настоящее время напрямую связано с созданием нового технологического уклада на всех этапах жизненного цикла объектов капитального строительства (ТУ ЖЦ ОКС). Иначе, на этапах ЖЦ ОКС по выполнению работ: предпроектном, этапе проектирования, строительства, эксплуатации, утилизации (вывода из эксплуатации и демонтажа).

Следует сразу отметить, что центральным связующим звеном в ТУ ЖЦ ОКС являются информационные технологии создания и поддержки информационных моделей объекта строительства, включающие не только информационные модели (BIM-модели), но и весь необходимый комплекс средств управления информационным обеспечением ЖЦ ОКС на основе систем PDM (управление инженерными данными) и PLM (управление жизненным циклом ОКС) [1].

Вопрос создания нового технологического уклада отрасли имеет животрепещущее значение и тесно связан с поручением президента приступить к широкому внедрению BIM-технологий в строительной отрасли, начать подготовку соответствующих кадров в университетах страны. Это напрямую связано также и с целевыми показателями -

увеличить к 2024 г. объем жилищного строительства до 120 млн.м²/год., обозначенных в послании президента в 2018 г.

Проблема ТУ ЖЦ ОКС активно обсуждалась в г. Воронеж (в техническом университете) 15 ноября 2018 г. на Всероссийском форуме «Проектирование. Строительство. Эксплуатация», который был посвящен инновационному развитию строительной отрасли, внедрению BIM-технологий на различных этапах ЖЦ ОКС. На форуме специалистами из городов Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Воронежа и других были сделаны доклады и продемонстрированы впечатляющие результаты по использованию BIM-моделей. Особенно на этапах монтажа конструкций, оборудования, трубопроводов и др. Монтаж на стройке уже не редко выполняется с использованием BIM – моделей на компьютере.

Рекомендаций на форуме по внедрению конкретных BIM-технологий не было. Тем не менее, на рынке существуют достаточно предложений различных фирм: Revit (США), Allplan и Archicad (Германия), Tekla (Финляндия), Renga (Россия) и др. Указанная проблема рассмотрена и на семинаре 6 декабря 2018 г. в БГТУ им. Шухова по внедрению BIM-технологий на основе системы Archicad.

Активное обсуждение проблемы в университетах отражает факт начала широкой подготовки кадров в различных регионах страны, в первую очередь, пользователей BIM-технологий в соответствии с традиционными разделами проектов ОКС (архитектура, конструкции, инженерное оборудование и др.).

Следует сказать, что на кафедре ПГС СТИ НИТУ МИСиС в учебных планах всегда были выделены часы и спецдисциплины по изучению технологий проектирования на компьютерной основе. Наши выпускники успешно осваивали и далее успешно применяют навыки в своей работе на производстве. Технологии, концепции BIM активно используются уже более 10 лет на основе программных комплексов Cadwork (с 2008 г.) Revit (с 2010 г.). Подготовлено ряд выпускников, успешно использующих BIM-технологию в своей проектной работе. Уже построено несколько объектов, проектная документация, которых разработана с использованием вышеназванных комплексов. Следует отметить, что еще в далеком 1997 г. многие концептуальные вопросы по теме автоматизированного производства и информационного моделирования нами было сформулированы в докладе [2].

Однако, в целом строительная отрасль находится только в начале пути создания нового ТУ ЖЦ ОКС. И связано это с тем, что существующие строительные системы городского строительства

ориентированы на традиционные строительные системы "тяжелого" многоэтажного железобетонного (панельного, каркасно-панельного, монолитного), кирпичного, блочного, металлического и др. строительства. Существующие строительные системы городского многоэтажного строительства нацелены обеспечивать все требования предельных состояний прочности, жесткости, устойчивости, долговечности ОКС, однако мало соответствуют современным требованиям экологичности, энергоэффективности, экономичности ОКС и особенно в жилищном строительстве. В первую очередь, для комфортного проживания и поддержки самого здоровья и продолжительности жизни людей [3].

Правильный выбор пути развития городского, поселкового, сельского строительства выбран в Белгородской области более 15 лет назад на основе приоритета малоэтажного жилищного строительства (МЖС). Известно предложение губернатора Савченко Е. С. в 2014 г. на Госсовете о строительстве в стране ежегодно 1 млн. индивидуальных жилых домов. Однако, на последнем Госсовете в г. Казани в 2019 г. по развитию национальной программы строительства жилья данное предложение даже не рассматривалось. Побеждает концепция строительства многоэтажного жилья в мегаполисах. Это является ошибкой, что будет тормозить внедрение нового ТУ ЖЦ ОКС, в том числе и на основе приоритета малоэтажного жилищного строительства.

Эффективные строительные системы индивидуального малоэтажного жилищного строительства известны [3]. Помимо традиционного деревянного домостроения, по нашей оценки, для массового строительства требуются индустриальные строительные системы из материалов с плотностью в среднем $500-1000 \text{ кг/м}^3$ для несущих конструкций стен и перекрытий (газосиликат, пенобетон, арболит, легкие наполнители).

Особое место среди строительных систем МЖС занимает строительная система "Экодом" с применением композиционных гипсобетонов, разработанная на кафедре ПГС СТИ НИТУ МИСиС [4].

Конструктивный остов дома в составе фундаментов, стен, перекрытий, перегородок, крыши представляют сборно-монолитные конструкции с каркасом из термопрофилей легких тонкостенных стальных конструкций (ЛСТК), обшитых несъемной опалубкой из листов влагостойких гипсо-волоконистых листов (ГВЛВ) и залитых монолитными легкими композиционными гипсобетонами со средней плотностью $500-600 \text{ кг/м}^3$.

Опыт строительства, наблюдения и эксплуатации индивидуального гипсобетонного жилого дома, построенного в 2008 в г. Старый Оскол, подтвердил расчетные технико-экономические, прочностные, теплотехнические, экологические и др. показатели по критериям экологичности, энергоэффективности, экономичности [5]. Следует отметить, что экспериментальный конструктивный остов дома от фундаментов до крыши был построен летом 2008 г. за 1.5 месяца.

Выполненные инициативные исследовательские, опытно-конструкторские, технологические, патентные работы, натурные испытания промышленного образца жилого дома позволяют сделать вывод о создании инновационной индустриальной строительной системы «Экодом» и возможности рекомендовать её для широкого внедрения в массовое строительство малоэтажного жилья. Гипсобетонные дома будут востребованы на рынке из-за низкой энергозатратности, материалоемкости, себестоимости, высокой экологичности конструкций остова как при строительстве, так и при эксплуатации жилых домов.

Предлагаем для региона сформулировать общую целевую программу создания инновационного технологического уклада МЖС в интересах участников программы – населения, инвесторов, производителей, структур развития, учебных заведений, администрации (государство). Такая программа нацелена объединить имеющиеся ресурсы и возможности нашего региона в создании объектно-ориентированного промышленного кластера МЖС.

Промышленный кластер очевиден в первую очередь, для эффективного строительства поселков, кварталов малоэтажных индивидуальных и блокированных жилых домов при существенном повышении производительности труда строителей, стабилизации, снижения себестоимости жилья в интересах населения.

В рамках такого кластера возможно быстро построить инновационный технологический уклад на основе уже имеющихся экологических, энергоэффективных, экономичных строительных систем МЖС, внедрить BIM-технологии и необходимые современные инновационные материалы и продукцию для ТУ МЖС. Именно в этих условиях в приемлемые сроки будет создано и заработает гибкое автоматизированное производство МЖС с применением BIM-технологий, робототехники, искусственного интеллекта с доступом к пользованию этими технологиям всех предприятий строительной отрасли: малых, средних, крупных.

Новый технологический уклад необходимо ориентировать на все этапы жизненного цикла МЖС.

В одиночку эти проблемы не решить. Образно говоря, пора объединить «растопыренные пальцы» строителей (множество ООО, ИП и т.п.), собрать их в один кулак для достижения целей, приемлемых для всех участников, чтобы не оказаться на обочине мирового развития.

Без участия государства (административного ресурса) такой промышленный кластер не построить. И конечно, здесь нужна благоприятная стратегия, предложения инвестиций в инновации под приемлемые долгосрочные проценты (1-3%).

Концептуальные, методологические, научно-технические наработки, бизнес-план создания объектно-ориентированного промышленного кластера, в том числе строительства заводов индустриальной базы ТУ МЖС, по данной проблеме в университете имеются.

Список литературы:

1. Волков А.А, Лосев Ю.Г, Лосев К.Ю Информационная поддержка жизненного цикла объектов строительства // Научный-технический журнал Вестник МГСУ. 2012. №11, С.253-257
2. Лосев Ю.Г. К вопросу обоснования сущности гибкой автоматизированной технологии малоэтажного жилищного строительства // Доклад на международной конференции "Промышленность стройматериалов и стройиндустрия, энерго- и ресурсосбережение в условия рыночных отношений" БГТАСМ, 1997
3. Лосев Ю.Г, Лосев К.Ю. Строительные системы здорового дома. // Современное строительство и архитектура. 2018, № 4, С.18-22
4. Гипс в малоэтажном строительстве» под редакцией профессора, д.т.н. Ферронской А.В., М.: АСВ, 2008.
5. Лосев Ю.Г., Лосев К.Ю. Оценка эксплуатационных показателей гипсобетонного жилого дома // Доклад на 9-ой Международной конференции "Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий" РГА, Минск, 2018

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛООВОГО КОНТУРА В ЗДАНИЯХ КРЫТЫХ БАССЕЙНОВ

Мазур В.А., канд. тех. наук, доцент,
Новицкая Е.И., аспирант,
Крупенченко А.В., ассистент
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Массовое строительство зданий крытых бассейнов необходимо для развития здорового общества. Наиболее часто применяемые в строительной практике варианты возведения зданий крытых бассейнов предполагают устройство кирпичных стен с внешним утеплением или применение сэндвич-панелей в качестве ограждающих конструкций, которые не всегда соответствуют требованиям, предъявляемым к конструкциям. В статье рассматривается новый способ устройства ограждающих конструкций зданий крытых бассейнов, позволяющий значительно снизить эксплуатационные затраты и удовлетворить любые требования к внешнему виду здания.

Ключевые слова: теплоизоляция, штукатурный фасад, внутренний тепловой контур.

Для зданий крытых бассейнов особенно актуальны требования по сокращению теплопотерь, в том числе и через ограждающие конструкции. Это вызвано не только изменением требований к теплотехническим показателям ограждающих конструкций, но и негативным влиянием излишней влаги на них в помещениях ванного зала. С учетом перечисленных факторов разработан вариант устройства ограждающих конструкций с устройством внутреннего теплового контура (ВТК), рис. 1.

Ограждающая конструкция стены в варианте ВТК состоит из трех слоев: несущей стеновой конструкции, воздушной прослойки и внутреннего теплового контура из сэндвич-панелей с утеплителем из пенополиуретана (ППУ) или изофеника нано (IPN). Заполнение сэндвич-панелей выбрано с учетом требований, предъявляемых к конструкциям по теплопроводности, паропроницаемости и огнестойкости. Воздушная прослойка необходима согласно требованиям к ограждающим конструкциям бассейнов [1, 2, 3].

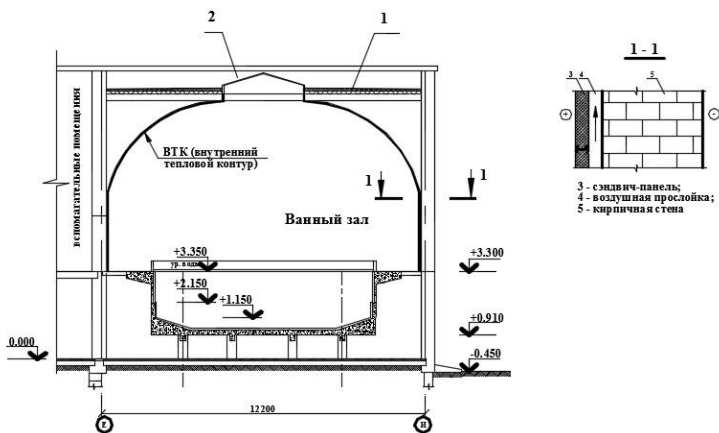


Рисунок 1 - Внутренний тепловой контур (ВТК)

В результате исследований выявлено, что внутренний тепловой контур рациональнее устраивать в виде арочной конструкции, так как такая форма сокращает теплотери здания до 30%, тем самым снижая расходы на отопление. Подобная форма предполагает верхнее или боковое естественное освещение в помещении ванного зала. В работе предлагается выполнение верхнего освещения путем устройства зеничных ленточных фонарей (рис. 1, поз. 2), которые одновременно могут выполнять функции проветривания и дымоудаления.

В качестве объекта исследования принят типовый проект 294-3-56.90 «Крытый бассейн с ванной 25х8,5м и детской ванной 10х6». Внешние стены выполняются из красного полнотелого кирпича толщиной 510 мм (рис. 2).

При технико-экономическом сравнении рассмотрены два варианта устройства ограждающих конструкций принятые на основе данного типового проекта.

1 вариант: традиционное (или классическое) конструктивное решение, которое предполагает устройство штукатурного фасада со слоем теплоизоляции – технология «мокрый фасад». В качестве утеплителя выбрана минеральная вата ($\rho - 150 \text{ кг/м}^3$).

В качестве **2-го варианта** принят новый вариант устройства ограждающих конструкций с устройством внутреннего теплового контура (ВТК) для помещения ванного зала крытых бассейнов.

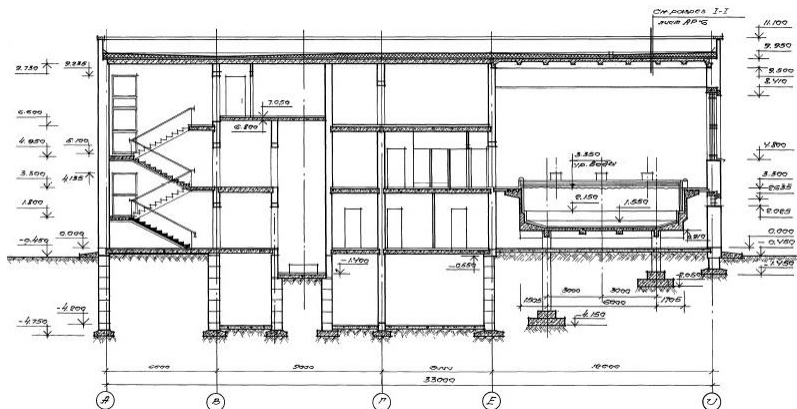


Рисунок 2 - Разрез здания крытого бассейна, ТП 294-3-56.90

Принципиальные архитектурно-конструктивные отличия рассматриваемых вариантов (рис. 3) заключаются в следующем:

- расположение естественного освещения (в типовом проекте – боковое освещение через оконные проемы, в варианте с ВТК – через зенитные фонари (рис. 3, поз. 1));

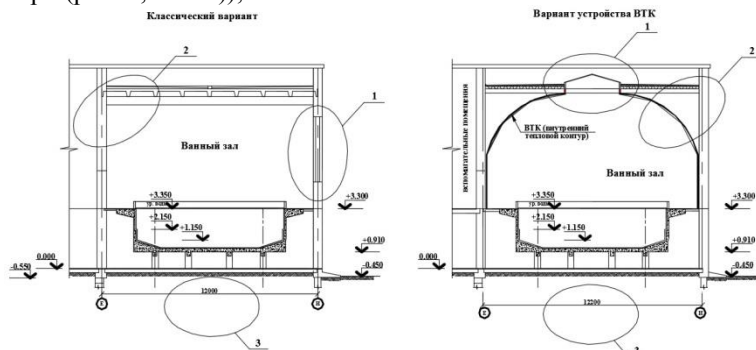


Рисунок 3 - Различия классического варианта и нового способа устройства ограждающих конструкций

- сокращение отопляемого объема помещения, за счет арочной формы (рис.3, поз. 2);
- увеличение расстояния между осями минимум на 200 мм в варианте с ВТК с учетом конструктивных требований к проектированию бассейнов

[2], согласно которых обходные дорожки должны иметь ширину не меньше 1500 мм (рис.3, поз. 3).

Выполнено технико-экономическое сравнение двух вариантов. Результаты сравнения представлены в табл. 1.

В результате расчетов для вентиляции ванного зала с ВТК выбрана вентиляционная установка Breezart 20000 Pool Pro. Для традиционного (классического) варианта выбрана вентиляционная установка Breezart 25000 Pool Pro. Сравнение установок показало разницу в стоимости на 950,900 тыс. руб.

Для отопления помещения ванного зала варианта ВТК выбран воздушно-отопительный агрегат Volcano VR3, тепловая мощность до 75 кВт. Для традиционного (классического) варианта выбираем два водяных тепловентилятора, воздушно-отопительный агрегат Volcano VR2 и Volcano VR1, с суммарной тепловой мощностью до 80 кВт. Сравнение стоимости установок показало разницу – 20,157 тыс. руб.

Таблица 1

Наименование показателя	Традиционный (классический) вариант	Вариант ВТК
Толщина утеплителя для стен	120 мм (минвата)	50 мм (IPN)
Толщина утеплителя для кровли	250 мм (минвата)	50 мм (минвата) + 50мм (IPN)
Сметная стоимость строительства ванного зала*	5 371,172 тыс. руб.	6 321,236 тыс. руб.
Мощность системы вентиляции	40,3 кВт/ч	34,1 кВт/ч
Стоимость системы вентиляции	5 076,000 тыс. руб.	4 125,100 тыс. руб.
Требуемая мощность системы отопления	77,2 кВт/ч	65,7 кВт/ч
Стоимость системы отопления	49,849 тыс. руб.	29,692 тыс. руб.
Снижение затрат на вентиляцию ванного зала в год	-	79,546 тыс. руб. в год.
Снижение затрат на отопление ванного зала	-	205,824 тыс. руб. в год.

* - сметная стоимость остальной части здания бассейна в работе не учитывалась, архитектурно-конструктивное решение этой части не меняется

В результате исследований выявлено, что устройство ВТК приводит к увеличению сметной стоимости строительства на 15 % , что составляет 950,064 тыс. руб.

Так как потребляемые мощности вентиляционной установки и системы отопления варианта устройства ВТК меньше на 15 % и 14% в сравнении с традиционным вариантом устройства ограждающих конструкций, суммарное сокращение затрат на электропотребление систем вентиляции и отопления составляет 285,370 тыс. руб. в год.

Таким образом, технико-экономическое сравнение вариантов показывает рациональность устройства внутреннего теплового контура (ВТК) в помещении ванного зала зданий бассейнов. Увеличение единовременных затрат на возведение конструкций зданий бассейнов компенсируется в течение 3,5 лет эксплуатации.

Так как ограждающие конструкции бассейнов должны быть вентилируемыми, необходимы дальнейшие исследования движения воздуха в создаваемой воздушной прослойке с целью определения ее толщины с учетом скорости воздуха.

Список литературы:

1. СП 31-113-2004 Свод правил по проектированию и строительству. Бассейны для плавания. - М.: Госстрой РФ, 2005 - 76 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006 Конструкции зданий и сооружений. Тепловая изоляция зданий. – К.: Минрегион Украины, 2006 – 71 с.
3. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 Руководство по расчетной оценке тепловлажностного состояния ограждающих конструкций. – К.: Минрегион Украины, 2013 – 66 с.

О ВАРИАЦИИ ПОДХОДОВ К РАСЧЕТУ МНОГОСЛОЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В SCAD

Меркулов С.И.¹, д-р техн. наук, профессор,
Есипов С.М.², ст. преподаватель

¹*Курский государственный университет*

²*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассмотрены результаты расчета плоских пластин слоистой структуры по толщине с различающимися упругими характеристиками слоев с помощью конечных элементов разного типа в условиях пространственной задачи. Сделаны выводы о применимости исходных предпосылок расчета теории многослойных ортотропных оболочек.

Ключевые слова: конечный элемент, ортотропия, межслоевой сдвиг, слоистая пластина.

Применение гипотез прямых нормалей Кирхгофа-Лява при расчете плоских элементов, имеющих несколько разнодеформативных слоев по толщине, приводит к сильному искажению результатов [1, 3]. Для построения расчетных зависимостей необходимо использовать модели, учитывающие изменение перемещений по толщине элемента, не являющееся линейным.

В качестве объекта рассмотрим многослойную пластину постоянной толщины, размещенной в ортогональной системе прямолинейных координат X, Y, Z таким образом, что линии X и Y совпадают с линиями главных осей поверхности пластины, а линия Z нормальна к этой поверхности. Материал каждого слоя ортотропен, его характеристики постоянны в пределах каждого слоя. Поверхности раздела слоев являются эквидистантными поверхностями. Пластина загружена равномерно распределенной нагрузкой, нормальной к поверхности пластины. Количество слоев произвольно, но для удобства рассмотрения принято равным 2.

Для расчета подобного элемента SCAD обладает двумя типами схемы и соответствующими им двумя наборами оболочечных конечных элементов: тип схемы 8 – конструкции из многослойных оболочек (КЭ №71-74); тип схемы 9 – конструкции из многослойных оболочек (КЭ №81-84). Разница заключается в исходных гипотезах о совместности работы слоев модели: в типе схемы 8 реализован учет обжатия слоев, в типе схемы 9 – межслоевой сдвиг.

Если в основу физической модели для первого типа заложены гипотезы, определяющие закон изменения поперечных касательных напряжений по толщине пластины, нормального напряжения и поперечной деформации, то в основу физической модели второго типа заложено допущение об отсутствии поперечных нормальных напряжений и деформаций. Кинематическая модель деформированного состояния второго типа учитывает, помимо перемещений первого типа, еще и перемещения, вызванные поперечным сдвигом слоев.

В прикладном смысле это означает, что деформативность элемента при расчете по второму типу будет больше, чем по первому типу в силу наличие несовместности деформаций по границам раздела слоев [2]. Неучет нормальных напряжений во втором типе может привести к возникновению скачков изгибающих моментов по направлениям главных осей пластины, особенно в направлении оси X (наибольший размер).

Для оценки этих явлений был проведен эксперимент в программном комплексе SCAD. Была смоделирована слоистая плита размером 10x1м, состоящая из 2-х слоев: верхний слой из тяжелого бетона класса В15 (начальный модуль упругости – 24 ГПа, коэффициент Пуассона – 0.2), нижний слой из тяжелого бетона класса В30 (начальный модуль упругости – 32.5 ГПа, коэффициент Пуассона – 0.2). Толщина каждого слоя – 0.2м. Нагрузка была приложена в виде равномерно распределенной интенсивностью 20 кН/м². Опорные закрепления были расположены по коротким сторонам плиты и обеспечивали линейные связи по X, Y, Z с одной стороны и Y, Z с другой стороны плиты. Угловые перемещения ограничены не были. Заданное армирование отсутствовало по причине слабого влияния на жесткость плиты.

Было рассмотрено 2 варианта типизации конечных элементов плиты: тип 71 (далее – плита 1-го типа) для реализации учета обжатия слоев, тип 81 (далее – плита 2-го типа) для реализации учета межслоевого сдвига. Все конечные элементы приняты плоскими прямоугольными с 4-мя узлами.

Первым оценочным фактором было распределение удельного изгибающего момента по направлению оси X. Значения фиксировались на нейтральном слое – границе раздела 1-го и 2-го слоев.

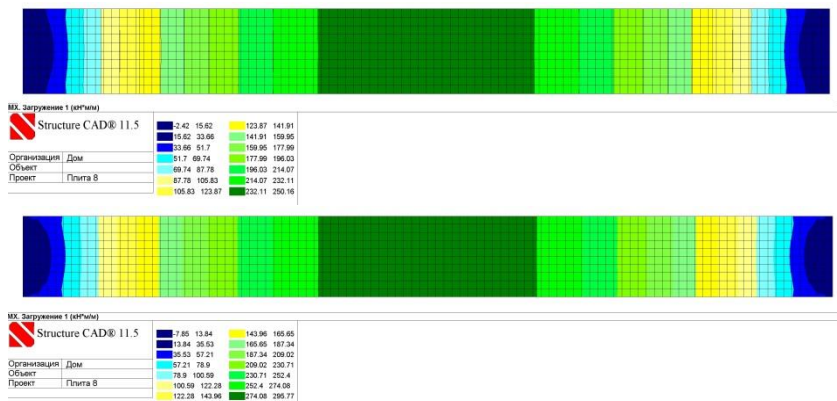


Рисунок 1 - Изополя изгибающего момента M_x : в плите 1-го типа (сверху), в плите 2-го типа (снизу)

Характер распределения изгибающего момента меняется незначительно, исключительно в приопорной зоне. Абсолютные значения в зоне наибольших моментов составляют 250.15 и 295.77 кН*м/м для 1-го и 2-го типа плиты соответственно (см. рис. 1).

Вторым оценочным фактором выбрано значение касательных напряжений в зоне раздела слоев в плоскости XoY .

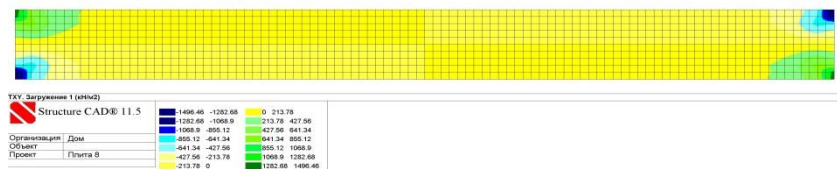


Рисунок 2 - Изополя касательных напряжений T_{xy} в плите 1-го типа

По результатам эксперимента было установлено, что с переходом на конечный элемент с межслоевым сдвигом меняется и НДС контактной зоны слоев плиты. В плите 1-го типа касательные напряжения на всех поверхностях слоев одинаково и составляет 1.5 МПа (см. рис. 2), в плите 2-го типа заметен скачок между 1-м и 2-м слоями – 1.4 Мпа и 0.4 Мпа соответственно (см. рис. 3).

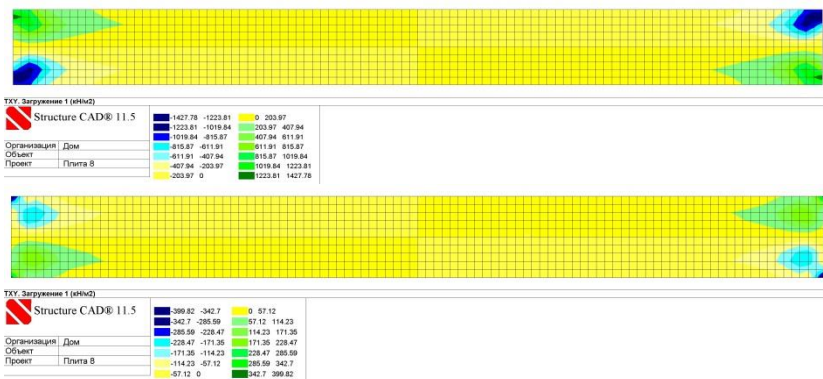


Рисунок 3 - Изополя касательных напряжений Тху в плите 2-го типа: на нижней поверхности верхнего слоя (сверху), на верхней поверхности нижнего слоя (снизу)

Третьим оценочным фактором выбрано значение вертикальных прогибов плиты.

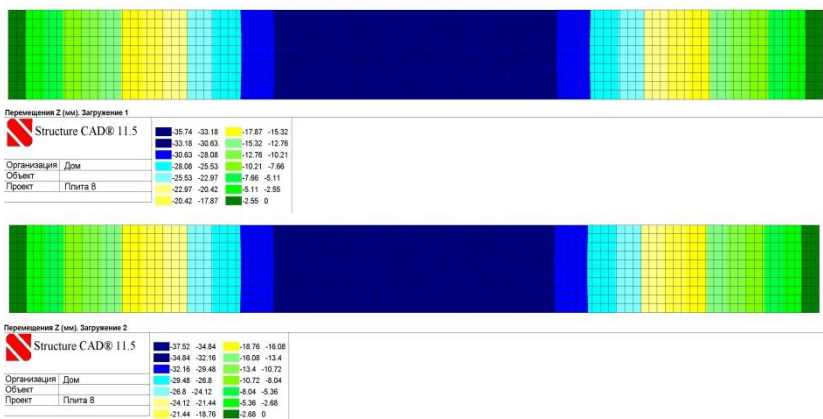


Рисунок 4 - Изополя вертикальных прогибов в плите 1-го типа (сверху), в плите 2-го типа (снизу)

Установлено, что переход от 1-го типа ко 2-му типу приводит к увеличению максимальных вертикальных перемещений плиты с 35.7мм до 37.5мм (см. рис. 4).

Анализируя результаты эксперимента, можно сделать следующие выводы:

- существует 2 взаимоприменимых подхода к моделированию слоистых элементов в SCAD;
- исходные предпосылки об увеличении изгибающих моментов и вертикальных прогибов слоистой плиты нашли свое подтверждение;
- при применении плиты 2-го типа следует помнить о скачкообразном изменении касательных напряжений по границе раздела слоев;
- использование конечных элементов типа 81 снижает жесткость плиты-модели [3];
- для подтверждения применимости предпосылок использования плиты 2-го типа необходимо проведение сравнительного анализа полученных результатов численного эксперимента с результатами практических испытаний.

Список литературы:

1. Есипов С.М., Гридякина Д.В., Володина А.А., Лосевская К.А. Влияние реологических свойств бетона на прогибы железобетонных элементов под нагрузкой // В сборнике: Международный студенческий строительный форум-2017 Сборник докладов: в 2 томах. Белгород, -2017. -С. 260-264.
2. Обернихин Д.В., Никулин А.И. Экспериментальные исследования деформативности изгибаемых железобетонных элементов различных поперечных сечений // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. -2017. -№4. - С. 56-59.
3. Смоляго Г.А., Фролов Н.В. Методика и программа проведения экспериментальных исследований изгибаемых железобетонных элементов при силовом и средовом воздействии // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. -2017. -№1. - С.135-138.

ОПТИМАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА НЕТИПОВЫХ ПЛАНАХ

Мущанов В.Ф., д-р техн. наук, профессор,
Оржеховский А.Н., канд. техн. наук, доцент,
Мущанов А.В., аспирант

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В работе предложен алгоритм и приведены результаты оптимального проектирования большепролетных структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах, отличительной особенностью которых являются: учет конструктивного оформления узла при оценке устойчивости центрально-сжатых элементов, использование типовых трубчатых элементов и соединительных коннекторов при перекрытии нетиповых большепролетных планов, базирующееся на новых подходах к формообразованию оптимизируемых систем.

Ключевые слова: большепролетные структурные покрытия, оптимальное проектирование

Повсеместное использование решетчатых пространственных конструкций в различных отраслях строительства ставит перед инженером целый ряд научных задач, одной из которых является использование типовых элементов конструкций на нетиповых прямоугольных планах. При этом одной из отличительных особенностей таких расчетов может стать детальное моделирование конструктивного исполнения узлового соединения элементов структурного покрытия при оценке устойчивости центрально-сжатых элементов покрытия (см. рис. 1).

Учитывая тот факт, что экономические требования к строительным системам существенно ограничивают диапазон используемых сталей, авторы считают рациональным варьировать геометрические параметры, форму конструкции и площади сечений элементов системы. Резюмируя выше приведенное, можно сделать вывод о целесообразности разработки специализированного программного комплекса для оптимизации конструкции покрытия по перечисленным параметрам.

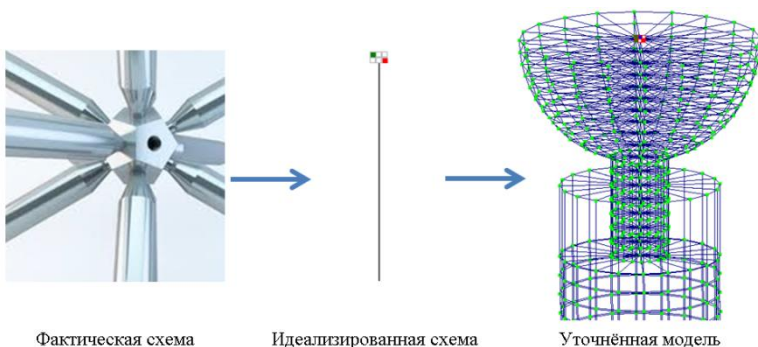


Рисунок 1 - Переход к моделированию конструктивных элементов покрытия

Основная проблема при создании такого комплекса состоит в том, что связь между геометрией, сечениями элементов и массой конструкции не является линейной зависимостью, что обуславливает необходимость решения задачи нелинейного программирования. Более того, многоэлементность системы исключает возможность записи функции оптимизации в явном виде, и как следствие, невозможность использования методов оптимизации, основанных на вычислении производных (градиентные методы, методы вторых производных). В этой связи целесообразно применить методы поиска, а именно поиск по деформируемому многограннику (метод Нелдера-Мида), который относительно просто реализуется в качестве программного кода на ЭВМ и в отличие от других методов поиска (метод Розенброка и Девиса, Свена, Кемпи, Пауэла и ряда других) имеет более быструю сходимость и скорость отыскания минимума целевой функции.

Процесс оптимизации стальных стержневых конструкций рассмотрим на примере пространственной решетчатой системы с размерами в плане 45x45 метров. Конструкция имеет шарнирное опирание по контуру в узлах верхнего пояса. В качестве варьируемых параметров целесообразно принять высоту покрытия и стрелу подъема над уровнем закрепления. Исходя из опыта проектирования высота конструкции «Н» варьируется в пределах 1/15...1/30 минимального размера конструкции в плане (1,5...3м), а стрела подъема «Z» в пределах 0...1/10 (0...4,5м). В качестве целевой функции оптимизации выступает масса конструкции, как относительный экономический показатель.

Алгоритм оптимизации реализован в виде программного комплекса написанного на высокоуровневом интерпретируемом языке программирования MATLAB. Блок-схема алгоритма оптимизации представлена на рисунке 2. В качестве переменной «х» алгоритма выступают одновременно «Н» и «Z». Изначально формируется файл с исходными данными в формате .txt, где указывается нагрузка, координаты узлов, геометрические характеристики сечений, связи. Для обеспечения интеграции разработанного программного продукта с современными комплексами автоматического проектирования предусмотрена возможность загрузки вышеперечисленных данных из текстовых файлов, генерируемых программами «ЛИРА САПР» и «SCAD». Далее насчитывается сетка точек, расположенных на исследуемой поверхности массы (m), где параметры «Н» и «Z» изменяются с заданным шагом. Анализируя полученный массив данных масс конструкции, выбираются три базисные точки для реализации алгоритма Нелдера-Мида. Точка с максимальным значением целевой функции массы (точка 3) отображается через центр отрезка, образованного двумя оставшимися точками базиса (точки 1 и 2). Если целевая функция в полученной точке (точка 4) меньше массы в точке 3, то происходит растяжение вычисления (рассчитывается точка 5), отрезок «3-4» удлиняется по направлению точки 4, и наоборот, если целевая функция массы в точке 4 больше массы в точке 3, но меньше массы в центре отрезка «1-2», выполняется редукция (переопределение точек базиса). Если целевая функция массы в точке 4 больше массы всех предыдущих точек итерации, то выполняется сжатие (точка 5 получается путем отображения точки 4 «внутри» базисного треугольника). После вычисления параметров и массы точки 5 производится анализ полученных вычислений, и выбираются три точки с наименьшей целевой функцией массы для следующей итерации. Расчет ведется до тех пор, пока изменение целевой функции массы на трех итерациях подряд составит менее 5%. Точка с минимальной функцией массы на последней итерации принимается как наиболее оптимальный вариант конструкции. Далее, фиксируются жесткости элементов и геометрия конструкции, результаты расчета выводятся пользователю, после чего расчет останавливается.

Следует отметить, что коэффициенты « γ », « β » и « α » являются коэффициентами растяжения, сжатия и отражения соответственно. В работе [2] приводятся их рекомендуемые значения (авторы приняли $\gamma=2$, $\beta=0,5$ и $\alpha=1$).

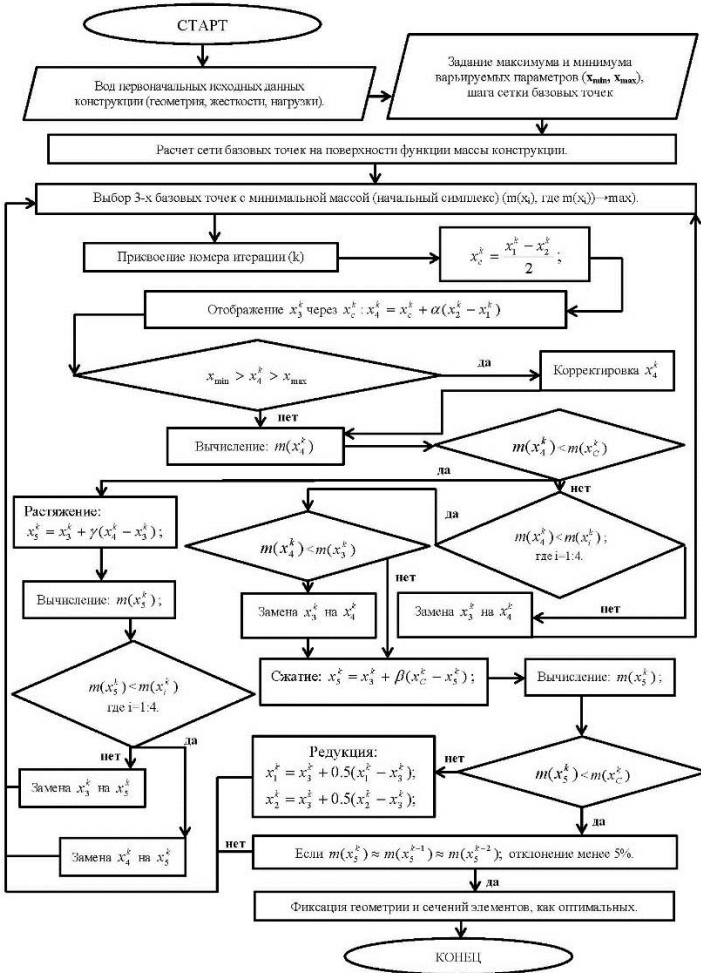


Рисунок 2 - Алгоритм оптимизации структурного покрытия

В качестве базовой конструкции принимается стержневая плита высотой 2.74 м, состоящая из пентаэдров с размерами в плане 3x3м. Исходной жесткостью для всех элементов используется круглая труба 159x12 мм. Конструкция рассматривалась при 4-х вариантах загрузки: 1 - 40 кг/м², 2 - 100 кг/м², 3 - 160 кг/м², 4 - 240 кг/м². Для определения степени влияния положения исходного базиса (на

поверхности целевой функции) на сходимость и точность расчета, при каждом нагружении оптимизация производилась на основе сети из 64 и 16 точек (вся нагрузка приведена к узловой). Результаты расчета представлены в таблице.

Таблица - Результаты оптимизационного расчета стержневой плиты

№ загр.	Масса (т)	Исх. масса (т)*	Δ (%)	Z, м	H, м	Кол-во точек
1	19.72	22.2847	11.5	2.09	1.5	64
	19.72		11.5	3	1.5	16
2	20.8604	23.5105	11.27	4.5	1.5	64
	20.8604		11.27	4.5	1.5	16
3	22.4262	24.8900	9.89	4.5	1.5	64
	22.4262		9.89	4.5	1.5	16
4	26.0885	28.2387	7.61	4.5	1.607	64
	26.4459		6.34	4.5	1.5	16

* - в столбце «Исходная масса» приведена масса конструкции, рассчитанная классическим методом подбора сечений [3] без оптимизации системы

Вывод: разработан эффективный алгоритм оптимального формообразования большепролетных структурных покрытий на нетиповых прямоугольных планах с учетом конструктивного решения узла при оценке устойчивости центрально-сжатых элементов и использовании типовых трубчатых элементов и соединительных коннекторов.

Список литературы:

1. Горохов Е. В., Мушанов А. В. Анализ влияния конструктивных особенностей узловых соединений на несущую способность центрально сжатых стержней структурных покрытий / Металлические конструкции - 2017, т. 23, № 3. – С. 139–151.
2. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование / под общ. ред. М.Л. Быхов: Москва – 1975, 536 с.
3. Мушанов В.Ф., Оржеховский А.Н. Экспериментальное исследование прочностных и геометрических характеристик гнutosварных труб прямоугольного сечения украинских производителей / Вестник ДонНАСА – Вып. 2013-3(101), Макеевка. – 2013. - С. 9-12.

УТОЧНЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РАСЧЕТУ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В СОСТАВЕ ГРУППЫ

Мушанов В.Ф., д-р техн. наук, профессор,
Зубенко А.В., ассистент,
Цепляев М.Н., ассистент

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Рассматривается вопрос обеспечения устойчивости стенок вертикальных цилиндрических резервуаров с кровлей мембранного типа от действия ветрового потока возникающего в группе резервуаров. В работе описаны экспериментальные и численные исследования на основе которых определялись значения уточнённых коэффициентов ветрового давления. Далее, с использованием комплекса SCAD Office 21.1, решалась задача рационального размещения колец жесткости на стенке резервуара. В результате приводятся рекомендации по расстановке горизонтальных усиливающих элементов для рассматриваемого типоразмера резервуара.

Ключевые слова: резервуар, устойчивость, метод конечных элементов, цилиндрическая оболочка, ветер, кольца жёсткости.

1. Актуальность проводимых исследований

1.1 Нагрузки на резервуары в группе

Для расчета ветровой нагрузки на здания и сооружения, применяются методики с использованием закономерностей для отдельно взятого сооружения, и нет возможности учитывать влияние рядом расположенного объекта, и поэтому для новых и сложных сооружений, в большинстве случаев, выполняются исследования в аэродинамической трубе, которые являются надежным средством изучения процесса обтекания воздушным потоком зданий, сооружений и их комплексов.

Основные теоретические сведения об архитектурно-строительной аэродинамике, методиках определения ветровой нагрузки на здания и сооружения представлены в ряде работ в т.ч.: Е.В. Горохова, М.А. Березина, Кинаша и др [1-3].

1.2 Эффективность использования колец жесткости

Обеспечить устойчивость стенки резервуара возможно подбором достаточной толщины стенки, либо установкой усиливающих

элементов. При проведении капитального ремонта, есть возможность применения только второго подхода. Анализ нормативных и других источников показал различные требования и рекомендации к шагу и конструкции колец жесткости, что делает актуальным вопросом совершенствования и уточнения существующих методик по усилению стенок резервуаров горизонтальными кольцами жёсткости. В частности в СП 20.13330.2011 указаний по шагу и количеству колец жёсткости не приводится.

Таким образом, целью данного исследования является рациональное расположение колец жесткости с учётом уточнённой эпюры ветрового давления.

2. Численные исследования

Рассматривался вертикальный цилиндрический резервуар объёмом 20 тыс. м³ с высотой стенки 18 м и диаметром 39м. размещении колец жёсткости.

Устойчивость резервуара с использованием программного комплекса SCAD Office 21.1 (рисунок 1), по принципу изложенному работе [4].

2.1 Обоснование метода моделирования аэродинамических процессов

В среде SolidWorks Flow Simulation для численного моделирования аэродинамических процессов были созданы расчетные схемы для одиночного ВЦР, и группы из 4х резервуаров в масштабе 1:1, для которого выполнялся эксперимент в аэродинамической трубе МАТ-1 ДонНАСА в масштабе 1:320. При назначении размеров расчетной области, в численных исследованиях, требуется выполнять следующие рекомендации: по вертикали для изолированных сооружений должен составлять $\geq 5H$, расстояние вдоль потока до сооружения $\geq 5H$, и расстояние за сооружением должно составлять $\geq 15H$. При исследовании группы объектов рекомендуется использовать коэффициент загромождения, который равен отношению площади поперечного сечения сооружения к площади поперечного сечения расчетной области, коэффициент не должен превышать 3%. В нашем случае для группы при высоте сооружения 24,89 м ≈ 25 м процент загромождения

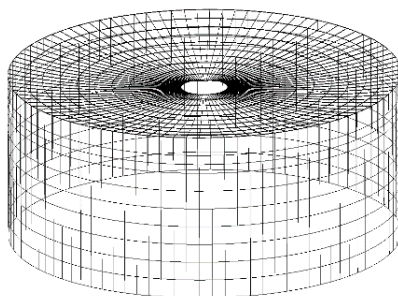


Рисунок 1 - Расчётная схема резервуара с мембранной кровлей

составит 2,09%. Ширину расчетной области также необходимо назначать, чтобы коэффициент загромождения был менее 3% (Рис. 2).

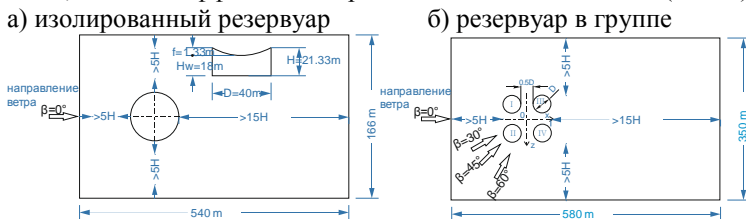


Рисунок 2 - Размер расчётной области для отдельно стоящего резервуара, и в группе из 4х объектов.

2.2 Результаты исследования аэродинамических процессов

По результатам численного эксперимента, получены аналитические зависимости для стенки и кровли резервуара объемом 20 тыс. м³ с провисающей мембранной кровлей отдельно стоящего (рис. 2, формула 1), и также для резервуара, находящегося в группе из четырех резервуаров одинакового объема (формула 2,3).

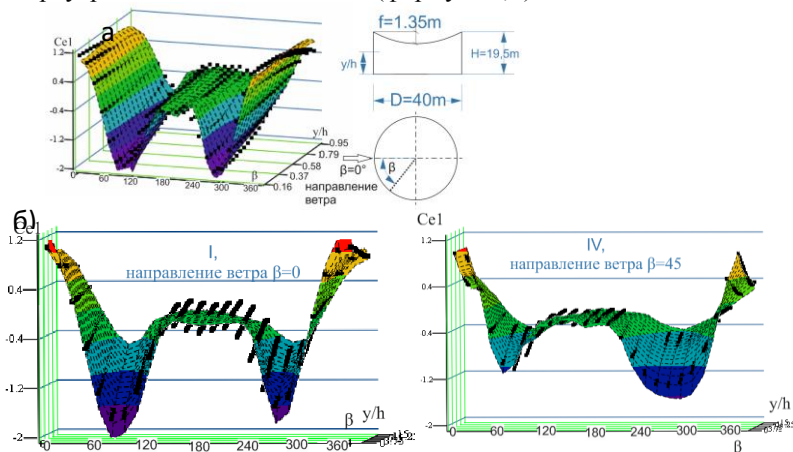


Рисунок 3 - График аэродинамических коэффициентов а) для отдельно стоящего резервуара; б) для резервуаров в группе.

$$f(a, \beta, z, H/D, f/D) = \sum_{i=0}^4 a_i \cos\left(\frac{\pi\beta \cdot i}{180}\right) \cdot \left(\sum_{i=5}^9 a_i \cdot z^{i-5}\right) + (a_{10} \cdot H/D + a_{11} \cdot f/D) \quad 1)$$

β – угловая координата (рис.1)

$z=y/H$ – соотношения по высоте резервуара.

a – свободные коэффициенты, полученные путем регрессионного анализа экспериментальных данных.

$$f(a, \beta, z, H/D, f/D) = \left[\sum_{i=0}^4 a_i \cos\left(\frac{\pi\beta \cdot i}{180}\right) + \sum_{i=5}^8 a_i \cos\left(\frac{\pi\beta \cdot (i-4)}{180}\right) \right] \cdot \left(\sum_{i=9}^{14} a_i \cdot z^{i-9} \right) + (2)$$

$$+ (a_{15} \cdot H/D + a_{16} \cdot f/D)$$

$$f(a, x, y, H/D, f/D) = \sum_{k=0}^{n_\beta} \left(\left(\sum_{i=n_\beta+1}^{n_\beta+3} a_i \cos\left[\frac{\pi x(i-(n_\beta+1))}{180}\right]^i + \sum_{j=n_\beta+4}^{n_\beta+6} a_j \sin\left[\frac{\pi x(j-(n_\beta+4))}{180}\right]^j \right) \right) \left(a_k \cos\left(\frac{\beta \cdot k \cdot \pi}{180}\right) \right)^2 + (3)$$

$$+ (a_{18} \cdot H/D + a_{19} \cdot f/D)$$

2.3 Установление закономерностей при усилении ребрами стенок.

Для рассматриваемого резервуара с мембранной кровлей, алгоритм исследования выглядит следующим образом:

1) В комплексе SCAD Office 21.1 моделировалось множество вариантов размещения одного КЖ и методом последовательного приближения определено его положение, при котором стенка наиболее устойчива.

2) Далее проведены аналогичные исследования для случая наличия двух колец жёсткости и зафиксировано их положение, при котором КЗУ стенки оказался максимальным;

3) Используя введённое понятие гибкости (отношение высоты участка к его средней толщине) участка стенки определено отношения λ между участками стенки для случаев обозначенных в пунктах 1 и 2.

4) Далее, основываясь на полученных отношениях между λ в пунктах 1 и 2, а также используя нормативные методики, моделировались случаи наличия от трёх до пяти КЖ на стенке резервуара. Анализируя все рассмотренные варианты, были выделены две принципиальные зависимости обеспечивающих максимальную устойчивость стенки:

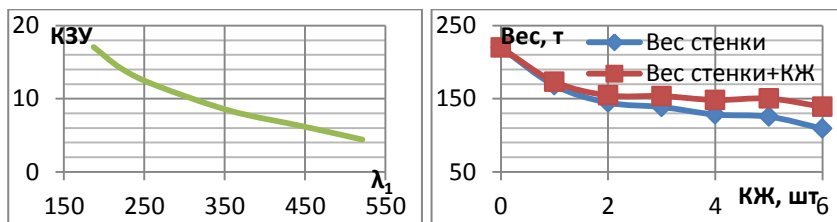
а) для случая размещения одного КЖ - $\lambda_1/\lambda_2=0,8$;

б) для случая размещения двух и более КЖ - $\lambda_1/\lambda_2=0,8$ и $\lambda_i/\lambda_{i+1}=0,85$

Обозначения: λ_1 – гибкость верхнего (первого) участка, λ_2 – гибкость второго участка; участка; λ_i – гибкость i-участка (кроме первого), а λ_{i+1} – гибкость нижележащего (относительного i-го) участка.

2.4 Рациональная постановка ребер жесткости

Для решения данного вопроса были построены графики интенсивности возрастания КЗУ стенки в зависимости от принятой гибкости первого участка (рисунок 4а), а также изменения веса стенки в зависимости от количества колец жесткости (рисунок 4б).



а) КЗУ от λ_1

б) вес от количества КЖ

Рисунок 4 - Зависимость для резервуара объёмом 20000 м³

С учётом действующей скорости ветра, выражение для определения рекомендуемой гибкости, выглядит следующим образом:

$$\lambda_1 = (29 \div V_p) \cdot \lambda_0 \quad (4), \text{ где}$$

V_p – расчётная скорость ветра, $\lambda_0=330..350$ – рекомендованная гибкость первого участка при расчётной скорости ветра.

3. Выводы

Для цилиндрического резервуара, объёмом 20000 м³ с мембранной кровлей получены следующие результаты:

1) Полученные аналитические зависимости для определения аэродинамических коэффициентов для стенки и кровли резервуара позволят точно определять ветровую нагрузку для резервуаров, находящихся в группе.

2) Определено наилучшее соотношение λ между участками, при котором стенка резервуара оказывается наиболее устойчивой без увеличения общего веса конструкций резервуара.

3) Полученные данные позволяют определить рациональное количество и шаг колец жесткости при действии уточнённого распределения ветрового давления.

Список литературы:

1. Горохов, Е., В. Мушанов, В. Касимов, Конструкции стационарных покрытий над трибунами стадионов. Макеевка.: ДонГАСА. 2002.
2. Березин, М., Атлас аэродинамических характеристик строительных конструкций. 2003, Новосибирск Олденполиграфия.
3. Кинаш, Р. and А. Копылов, Аэродинамические исследования четырех круглых цилиндров. Вестник НУ "Львовская политехника", " Теория и практика строительства, 2004(495): р. 88-92.
4. Мушанов В.Ф., Цепляев М.Н. Анализ численных и аналитических значений коэффициента запаса устойчивости стенки резервуара. Вестник ДонНАСА. 2018. №3(131). С. 105-115.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОЧНОСТИ НА СРЕЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК ПУТЕМ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ

Панченко Л.А., канд. техн. наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Удовлетворительного решения вопроса по расчету железобетонных конструкций на действие поперечных сил или на срез до настоящего времени не найдено. Это подтверждает и нормативная литература. Как показали результаты экспериментов для увеличения прочности на срез железобетонных балок можно использовать дополнительное дисперсное армирование, например, стекловолокном.

Ключевые слова: расчет на срез, наклонная трещина, хомуты, дисперсное армирование, стекловолокно.

Проблема прочности на срез железобетонных балок остается актуальной. Свидетельством этому являются существенные изменения в теории их расчета в отечественных нормах и правилах проектирования за три десятилетия [1,2].

В наиболее общем виде условие, на основе которого ведется расчет железобетонных балок с поперечной арматурой и отгибами с целью обеспечения прочности по прогнозируемой наклонной трещине, имеет вид:

$$Q \leq Q_b + Q_{sw} + Q_{s,inc}, \quad (1)$$

где Q – поперечная сила, получаемая на основе статического расчета;

Q_b – поперечное усилие, воспринимаемое бетоном;

Q_{sw} – поперечное усилие, воспринимаемое хомутами;

$Q_{s,inc}$ – поперечное усилие, воспринимаемое отгибами.

Для усилия Q_b в нормах [1] предложена формула

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2}(1+\varphi_f+\varphi_n)R_{bt}bh_0^2}{c}, \quad (2)$$

где R_{bt} – расчетное сопротивление бетона на растяжение при изгибе;

b и h_0 – ширина и рабочая высота сечения;

c – длина проекции наиболее опасного наклонного сечения на ось балки.

Влияние вида бетона учитывает коэффициент φ_{b2} и принимается в пределах от 1,5 до 2. Влияние сжатых полок в тавровых и двутавровых элементах учитывает коэффициент φ_f . Он принимается не более 0,5. Влияние продольных сил учитывает коэффициент φ_n , который не превышает 0,5.

В издании [2] формула (1) дана без третьего слагаемого в правой части, то есть в предположении отсутствия отгибов. Кроме того, опущена скобка в числителе, что означает отсутствие специфики определения коэффициентов φ_f и φ_n . Но при этом указано, что величина Q_b не должна быть более $2,5 R_{bt} b h_0$ и менее $0,5 R_{bt} b h_0$.

Приняв приближенно $c = h_0$ и подставив в формулу (1) крайние значения φ_{b2} , а именно 2 (для тяжелого и ячеистого бетона) и 1,5 (для бетона $D1800$ и менее при мелком пористом заполнителе), получаем, что величина Q_b должна быть не более $2 R_{bt} b h_0$ и не менее $1,5 R_{bt} b h_0$.

Таким образом, верхний предел в издании [2] увеличен в 1,25 раза, а нижний уменьшен в 3 раза.

Для усилия Q_{sw} в нормах [1] предложена формула

$$Q_{sw} = q_{sw} c, \quad (3)$$

где q_{sw} – усилие в хомутах на единицу длины балки.

В издании [2] в формулу (3) введен коэффициент φ_{sw} , принимаемый равным 0,75, что свидетельствует о снижении несущей способности хомутов в 1,33 раза.

Различия в тенденциях изменения несущей способности бетона и хомутов не позволяют сделать конкретный вывод о тенденции изменения определения прочности на срез в целом. Она зависит от доли вклада в суммарное усилие каждого из материалов, что создает повод для поиска оптимального решения проблемы прочности на срез, в том числе за счет дополнительных средств.

Существенным вкладом в увеличение прочности на срез железобетонных балок является дополнительное дисперсное

армирование, в частности, стекловолокном. Это показали результаты экспериментов [3,4].

Для армирования бетона рационально использование стекловолокна, имеющего высокую химическую стойкость к щелочной среде. Это стало возможно, благодаря направленной выработке волокон из стекол специальных составов [5,6]. Применяемое в экспериментальных исследованиях цементостойкое волокно выпускается в виде ровинга РЦП-15-190-2520-9. Цифры обозначают: диаметр элементарного волокна в мкм, линейную плотность комплексной нити, линейную плотность ровинга, номер замасливателя. Разрывная нагрузка ровинга – 500 Н, предел прочности при растяжении – 1600 МПа, предельная деформация при растяжении – 2,2%, модуль упругости – 72 ГПа, модуль сдвига – 29,1 ГПа.

Для мелкозернистого бетона использовался песок с модулем крупности 2,56 и насыпной плотностью 1700 кг/м³.

Выходными параметрами были: средняя плотность стеклофибробетона 2250 кг/м³, модуль упругости 22 ГПа, предел прочности на сжатие 23 МПа, предел прочности на растяжение при изгибе 3,6 МПа.

Были изготовлены пять железобетонных балок с поперечным сечением 150x150 мм длиной 900 мм. Вначале эксперимент проводился для образца без стекловолокна с шагом хомутов 100 мм. В дальнейшем в двух балках без стекловолокна варьировалось расстояние между хомутами (75 и 50 мм), а в двух других – процент армирования стекловолокном длиной 15 мм (0,75% и 1,5%) при расстоянии между хомутами 100 мм.

Четырехточечное нагружение при расстоянии 150 мм между точками приложения сил от домкрата имело статический характер. Образцы испытывались до разрушения при равномерном нагружении. Деформации и перемещения фиксировались электрическими и механическими приборами.

Результаты экспериментов показали, что рост скорости деформаций в балках без стекловолокна падает после нагрузки, при которой образуются трещины. В балках со стекловолокном этот показатель остается почти неизменным.

Установлено, что площадь поверхности распространения трещин возрастает почти вдвое с увеличением процента содержания волокон от 0 до 1,5%. При этом сдерживается развитие магистральной трещины.

Все балки разрушились от среза. В зонах среза формируются магистральная и несколько локальных трещин. Магистральные трещины проходят от опор к точкам приложения нагрузки по мере их роста.

Увеличение процента армирования ведет к увеличению перемещений балки, что говорит о повышении податливости балки на срез [7]. С другой стороны рост числа хомутов ведет к уменьшению перемещений балки и ее хрупкому разрушению.

Наибольший эффект, касающийся предельного нагружения испытанных образцов, достигнут для балки с процентом армирования 1,5%. Предельная нагрузка составила 65 кН, что отличается от соответствующей величины для неармированной балки (50 кН) в 1,3 раза (рост 30%).

В тоже время, наибольший эффект, исходящий из предельного нагружения неармированных образцов, приходится на расстояние между хомутами 50 мм и составляет 16%.

Таким образом, сопоставлением двух вариантов увеличения сопротивления железобетонных балок на срез установлено преимущество дисперсного армирования.

Список литературы:

1. *СНиП 2.03.01 – 84*. Бетонные и железобетонные конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. 79 с.
2. *СП 63.13330-2012*. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. М.: ГУП «НИИЖБ», ФГУП ЦПП, 2012. 175 с.
3. Юрьев А.Г., Панченко Л.А., Ата Эль Карим Солиман Экспериментальные исследования стеклофибробетонных элементов // *Материалы и технологии XXI века: сб. стат. 3-й Междунар. науч.-техн. конф.* Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та арх. и стр., 2005. С. 119-122.
4. Ата Эль Карим Солиман. Экспериментальное исследование сопротивления срезу балок, армированных стекловолокном // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2011. № 4. С. 6-10.
5. Мэттьюз Ф., Ролингс Р. Композитные материалы. Механика и технология / Пер. с англ. С.Л. Баженова. М.: Техносфера, 2004. 408 с.
6. Панченко Л.А. Строительные конструкции с волокнистыми композитами. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2013, 183 с.
7. Римшин В.И., Кузина Е.С., Филькова Н.В. Инженерные методы обследования жилого дома в городе Москва в ходе работ по программе капитального ремонта // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2017. № 7. С. 36-40.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕНОБЕТОНА В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Пирьев Ю.С., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В работе рассмотрена область применения пенобетона. Приведены конструктивные схемы зданий малоэтажных домов с применением пенобетона.

Ключевые слова: пенобетон; конструктивная схема; бескаркасное здание; утеплитель; арматура.

Современное строительство отличается разнообразием применяемых материалов, конструкций и технологиями возведения. Одним из важнейших материалов, способствующих расширению и развитию строительного комплекса являются материалы на основе легкого бетона, в том числе, пенобетона. Применение пенобетона также необходимо для выполнения строительных норм по энергосбережению и тепловой защиты зданий.

Одно из направлений развития строительства с применением пенобетона связано с увеличением жилищного строительства, особенно малоэтажного. Многочисленные индивидуальные проекты с разными конструктивными решениями служат основой для решения проблем доступного и комфортного жилья в России.

При выборе конструктивных решений малоэтажных домов часто руководствуются характером и наличием местных строительных материалов и конструкций. Отсутствие достаточных объемов традиционных материалов (керамический и силикатный кирпич, тяжелый бетон и др.) в ряде регионов России не позволяет увеличить объемы строительно-монтажных работ. Известно, что значительная средняя плотность и невысокие теплотехнические свойства конструкции из традиционных материалов приводят к значительному снижению комфортных условий проживания и способствует увеличению затрат по устройству фундаментов.

Одним из факторов, способствующих удорожания строительства малоэтажных домов является применения грузоподъемных машин и механизмов.

Анализ результатов исследований последних лет в области строительства показывают, что решением проблемы энергоэффективных, доступных и комфортных домов является

применение во всех строительных конструкциях здания легких бетонов, в том числе пенобетона.

Применение пенобетона различной средней плотности (от теплоизоляционных до конструктивных высокопрочных) позволяет возвести здания разной конструктивной схемы.

Однослойные несущие стены для одно-двухэтажных домов в бескаркасных зданиях из конструкционно-теплоизоляционного пенобетона марки по средней плотности D700 (класс по прочности на сжатие B1,5 - B2,5), возведенные в виде кладки и армированных пенобетонными перемычками при толщине кладки 400-500 мм могут быть применены для районов средней России. Если армировать такую кладку (арматурную сетку расположить в растворном шве) и применить в качестве перекрытия монолитный пенобетон по профлисту количество этажей можно увеличить до четырех.

Заслуживает внимание и конструкция бескаркасных зданий с несущими стенами из конструкционно-теплоизоляционного пенобетона марки по средней плотности D700 (класс по прочности на сжатие B1,5 - B2,5) и теплоизоляционного пенобетона марки по плотности D300. Технология возведения таких конструкций могут быть разными. Изготовление блоков в заводских условиях и кладкой из мелкоштучных блоков, возведение монолитных стен в условиях строительной площадки. Наиболее перспективными является применение различных растворов на высокоэффективных связующих при возведении стен из мелкоштучных пенобетонных блоков. Поэтому изучению свойств этой кладки уделяют большое внимание. Общая толщина наружных стен составляет 400-500 мм. Совместная работа наружного и внутреннего рядов кладки обеспечивается с помощью гибкой стеклопластиковой арматуры. При возведении из монолитного пенобетона могут быть применены несъемные опалубки и т.д.

После возведения каждого этажа устраивается монолитный пояс из керамзитобетона, армированный арматурным каркасом, в качестве рабочей арматуры используют арматуру класса А400.

Перекрытия могут быть выполнены в сборно-монолитном железобетонном варианте, монолитном по профлисту или из деревянных брусев. Выполненный согласно нормам и методикам [2,3] расчет по несущей способности показал, что расчетное сопротивление сжатию такой стены, в зависимости от марки раствора, колеблется от 12 до 15 кг/см², что является достаточной для малоэтажных домов.

Конструкция бескаркасных зданий с несущими стенами может быть выполнена с применением сборного и монолитного пенобетона

совместно с другими материалами. Использование сборного и монолитного пенобетона приводит к уменьшению материалоемкости и энергоемкости, и существенному снижению стоимости строительства, также соблюдению требований СП [1].

Многослойные конструкции наружных стен бескаркасных зданий (рис. 1), состоящий из разных материалов, где эффективный пенобетон низкой средней плотности $300-400 \text{ кг/м}^3$ используется в качестве теплоизоляционного слоя. В современном строительстве выполняют два типа слоистых конструкций каменных стен. Наружные слои таких конструкций связывают между собой с жесткими и гибкими связями. Жесткие связи, выполненные из кирпича и других материалов, являются теплопроводными включениями и ухудшают теплотехнические характеристики стен.

Гибкие связи, выполненные в виде арматурной стали и стеклотканевой сетки или арматуры не являются теплопроводными и поэтому не влияют на теплотехнические характеристики кладки. Слоистые каменные конструкции состоят из внутреннего и наружного рядов кирпича или пенобетонных блоков средней плотности ($600-800 \text{ кг/м}^3$), между которыми заполняется монолитный теплоизоляционный пенобетон средней плотности $250-300 \text{ кг/м}^3$.

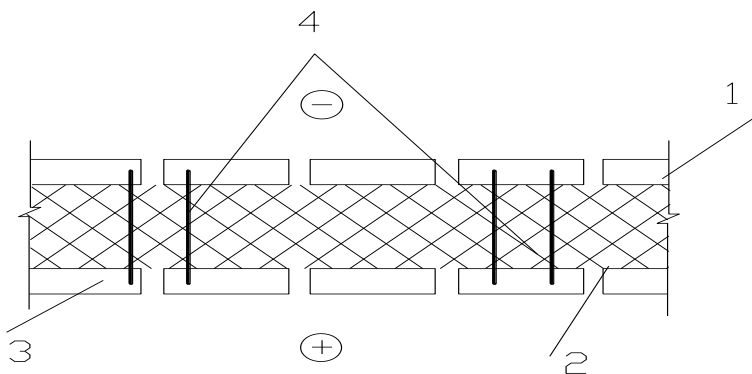


Рисунок 1 - Конструкция стены с эффективным утеплителем
1-кирпич, или блоки из конструкционно-теплоизоляционного пенобетона; 2-монолитный теплоизоляционный пенобетон; 3-кирпич;
4-гибкие связи из стеклопластиковых материалов

Использование деревянного или сборно-монолитного перекрытия приводит к уменьшению нагрузки на стену и сокращению срока строительства.

Конструкция каркасных зданий может быть выполнена в разном варианте, позволяющим гибкую планировку помещения. В таких зданиях возможны очень выгодные сочетания железобетона в качестве несущих конструкций и пенобетона, в качестве ограждающих конструкций. Но последние годы широкое применения получили в качестве материала каркаса различные профили из металла. Это и прокатные профили, и профнастил и стальные оцинкованные тонкостенные профили и др.

Основными несущими элементами каркасной схемы здания является металлические профили, а теплофизические параметры соблюдаются легким пенобетоном. При возведении каркасных зданий пенобетон может быть применен как в сборном, так и в монолитном виде. Относительно небольшой вес металлических профилей приводит к уменьшению массы здания и соответственно нагрузку на фундамент, что и способствует уменьшению размеров фундамента. Индустриальность металлических профилей позволяет сократить сроки строительства.

Как и в бескаркасных зданиях по окончании возведения каждого этажа устраивается монолитный пояс по периметру. Пояс выполняется из керамзитобетона предварительно армиую арматурным каркасом.

Список литературы:

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. М.: Минрегион России, 2012.
2. СП 15.13330.2012 Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции». М.: Минрегион России, 2012.
3. Онищик Л.И. Прочность и устойчивость каменных конструкций. - М.: ОНТИ, 1937. 291 с.

ОБРАЗОВАНИЕ И УСТРАНЕНИЕ НАЛЕДИ НА СКАТНЫХ КРЫШАХ С НЕОТАПЛИВАЕМЫМ ЧЕРДАКОМ

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, профессор,
Рябчевский И.С., инженер
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В осенне-зимне-весенний период образование наледи на скатных крышах жилых зданий является одной из основных проблем города. Этот период характеризуется значительными колебаниями температуры от положительной к отрицательной и наоборот, а также большим количеством осадков, что способствует активному образованию на крышах наледи, разрушающей кровлю и подвергающей опасности жизни людей. Рассмотрены причины возникновения наледи и меры предотвращения образования наледи на скатных крышах с неотапливаемым чердаком (предложено решение данного вопроса для Белгородской области с применением блоков АЭРОБЕЛ).

Ключевые слова: Наледь, скатные кровли, неотапливаемый чердак, надстройка мансарды, газобетонный блок, АЭРОБЕЛ.

Практически во всех городах и населенных пунктах, находящихся в климатических зонах с сезонными отрицательными температурами, каждый год на борьбу с наледью на крышах домов расходуются сотни миллионов рублей [1, 2]. В России до настоящего времени эта проблема решалась лишь с использованием средств механического удаления наледи (лопат, ломов и т.д.) [3]. Применение такой технологии на практике повреждает кровельные покрытия, также подвергаются риску здоровье и жизнь рабочих. На оплату этих работ тратятся значительные средства, еще большие средства расходуются на восстановление крыш, пострадавших от механического удаления наледи [4].

При перепадах температуры на внешней плоскости кровли в пределах чердачного помещения и наружных карнизных свесах снег под воздействием тепла, пропускаемого чердачным перекрытием и кровлей, а также от имеющегося отопительного оборудования, начинает таять. Растаявший снег, стекая по наклонной плоскости кровли, попадает на холодные поверхности карнизных свесов и начинает замерзать, образуя наледь.

Нагрев кровли происходит по следующим причинам (рис.1):

- теплоизоляционный слой перекрытий, при долгом периоде эксплуатации, теряет свои изолирующие свойства и, как следствие – увеличивает теплопроводность перекрытий;
- трубопроводы центрального отопления, расположенные вдоль ограждающих конструкций по периметру зданий, увеличивают интенсивность таяния пограничного слоя снега на кровле, а, следовательно, образования наледи и сосулек;
- практически полное отсутствие вентиляции чердачных помещений. Под мауэрлатом и коньком крыши образуются "застойные" зоны перегретого воздуха;
- в зимний период солнечная радиация практически не способствует образованию наледи, поскольку зимой очень малое количество солнечных дней, но весной, при знакопеременных температурах и ясной погоде, она начинает играть существенную роль.

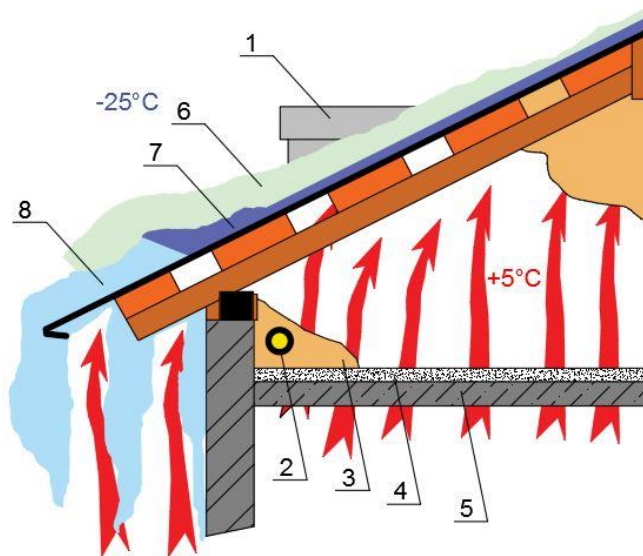


Рисунок 1 - Схема образования наледи на карнизе скатной крыши с неотапливаемым чердаком в зимний период: 1 – слуховое окно; 2 – трубы отопления; 3 – «застойные» зоны; 4 – утеплитель; 5 – плита перекрытия; 6 – снег; 7 – растаявший снег (вода); 8 – наледь

Условно можно выделить несколько этапов проведения работ по предотвращению образования наледи:

- организация дополнительного утепления чердачного перекрытия;
- теплоизоляция трубопроводов центрального отопления и нагревающегося технологического оборудования;
- восстановление (модернизация) естественной вентиляции чердачного пространства (рис. 2) [5].

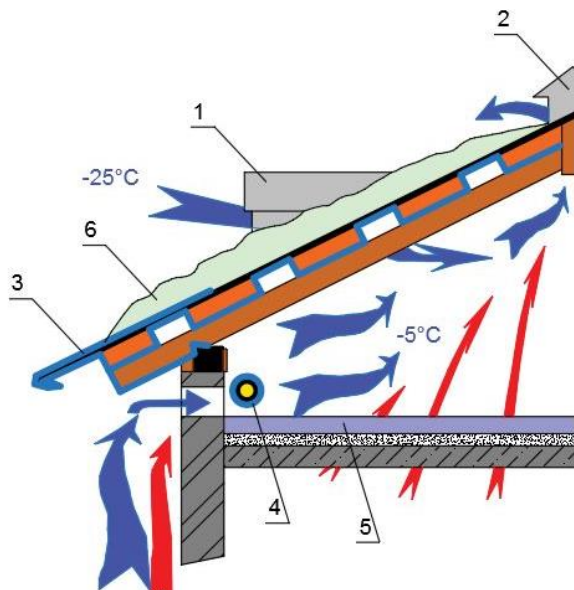


Рисунок 2 - Схема реализации метода ликвидации причин образования наледи на кровле: 1 – слуховое окно; 2 – аэратор коньковой зоны; 3 – сверхтонкая теплоизоляция; 4 – трубы отопления в сверхтонкой изоляции; 5 – дополнительный утеплитель; 6 – снег

При достаточном утеплении чердачного перекрытия, трубопроводов системы отопления, встроенных помещений, вентиляционных каналов, в совокупности применения данных методов не только исключает возможность появления конденсата и ликвидирует подогрев пограничного слоя снега на кровле, но и повышает энергосбережение жилого дома.

Система вентиляции чердачных помещений обязательна в крышах зданий с холодным чердаком любого назначения и любой конфигурации.

В Белгородской области вопрос ликвидации причин образования наледи на крышах жилых зданий стоит очень остро, поскольку данная область находится в климатическом районе с высокой суточной амплитудой температуры воздуха в зимнее время (5,9 °С) и относительной влажностью воздуха в наиболее холодный месяц (84 %) [6].

Поскольку большинство многоэтажных жилых домов в Белгородской области имеют скатные крыши с неотапливаемым чердаком, одним из возможных решений для данных зданий является реконструкция кровли с устройством мансардного этажа. При этом необходимо учесть, что густота застройки и, в некоторых случаях, продолжительный срок эксплуатации многоэтажных жилых домов не позволяет использовать массивные строительные системы с громоздким оборудованием для его устройства [7].

Поэтому наиболее оптимальным способом устройства мансардного этажа является реконструкция с использованием газобетонных блоков АЭРОБЕЛ, так как для устройства ограждающих конструкций стен и перегородок не требуется дополнительное подъемное оборудование (в отличие от металлических каркасов) и, принимая во внимание малый вес блоков, полностью исключается необходимость усиления несущих конструкций существующего здания. Кроме того, устройство ограждающих конструкций из блоков АЭРОБЕЛ и правильной вентиляции мансардного этажа в комплексе обеспечат надежную защиту от наледи на скате кровли в зимний период [8].

Также блоки АЭРОБЕЛ можно использовать при обустройстве кровли. В этом случае обеспечивается теплоизоляция кровли, что напрямую влияет на недопущение образования наледи на кровле [9].

Оценивая анализ процесса образования наледи и методов борьбы с ними, можно прийти к выводу, что нерационально пренебрегать ни одной из строительных систем, ликвидирующих льдообразование, и ограничивающих вентиляцию чердачного помещения. А так как подавляющее большинство управляющих компаний и ТСЖ предпринимают меры лишь по механической очистке крыш, ливневых и водосточных труб многоквартирных домов и общественных зданий от снега и наледи. При этом, не обращая внимания на причины, вызывающие их появление.

Использование выводов и рекомендаций, полученных в результате анализа скатных крыш с холодным чердаком, позволит повысить уровень эксплуатации жилых зданий, избежать повреждений и протеканий их фасадов и кровель, обеспечив тем самым требуемые условия для жизнедеятельности населения.

Список литературы:

1. Акимов В.А., Дурнев Р.А., Соколов Ю.И. Опасные гидрометеорологические явления на территории России // Научно-популярное издание ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ). Москва. 2009. С. 21-25.
2. Дружинин П.В., Бараш А.Л., Савчук А.Д., Юрчик Е.Ю. Способы недопущения льдообразования на крышах жилых зданий // Технико-технологические проблемы сервиса, №4 (14), 2010. С. 7-13.
3. Горшков А.С., Ватин Н.И., Урустимов А.И., Рымкевич П.П. Расчетный метод обоснования технологических мероприятия по предотвращению образования ледяных дамб на крышах зданий со скатной кровлей // Инженерно-строительный журнал. 2012. Т. 29. №3. С. 69-73.
4. Моторин В.М., Прямых С.И., Буяков С.Н., Миргородский А.Н., Литвинюк А.В. Проблемы эксплуатации зданий с двускатными кровлями в зимний период // Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского. 2013. № 641. С. 175-178.
5. Башуев Ю.В. Аналитическая записка «Применение сверхтонких теплоизоляционных покрытий серии корунд на объектах ЖКХ, как средства ликвидации конденсата в чердачных помещениях, льдообразования на карнизах и стенах зданий, и реализации положений Федерального закона РФ от 23 ноября 2009 года № 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности", г. Санкт-Петербург. – 2011. С. 7-8.
6. СП 131.13330.2011 Строительная климатология // М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003.
7. Сулейманова Л.А., Марушко М.В., Лукьяненко А.К. Строительная система из газобетона для реконструкции зданий // Университетская наука. 2018. № 1 (5). С. 21-24.
8. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А., Огнев Н.В. Особенности проектирования и возведения здания с применением аддитивных технологий строительства // Сборник докладов Zbornik Radova Visoke tehničke škole strukovnih studija г. Ниш, Сербия. 2018. С. 182-186.
9. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кара К.А. Энергоэффективный газобетон // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической техногенных отходов. БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2014. С. 218-220.

СРАВНЕНИЕ СПРИНКЛЕРНОЙ И ДРЕНЧЕРНОЙ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

Шарапов О.Н., ст. преподаватель,
Булах Р.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова,*

Аннотация. В данной статье произведено сравнение автоматических систем пожаротушения спринклерного и дренчерного типа. Сравнение произведено на основании рассмотрения технологических решений по устройству, а также конструктивных особенностей, различных сфер и областей применения, принципов срабатывания и функционирования, устройства и конструктива оросителей и многих других факторов, определяющих целесообразность применения данных систем на объектах жилого и общественного назначения.

Ключевые слова: противопожарная безопасность, автоматические системы пожаротушения, спринклерная и дренчерная установки, распылители.

Основная задача систем автоматического пожаротушения состоит в предотвращении распространения пожара с целью сохранения жизни и здоровья людей, а также материальных ценностей и оборудования.

Спринклерная и дренчерная системы пожаротушения является наиболее популярными автоматическими системами борьбы с пожаром, применяемыми на объектах различного назначения [3,5,10].

Спринклерное пожаротушение представляет собой трубопроводы, заполненные огнетушащими веществами, вдоль которых размещаются специальные оросители – спринклеры.

Дренчерное пожаротушение – это один из способов борьбы с возгоранием в основе принципа действия, которого лежит подача системой трубопроводов при помощи специальных отверстий (дренчеров) большой массы воды или пены.

Спринклерное и дренчерное установки – во многом схожи, но существенное отличие между ними заключается в устройстве конечных разбрызгивателей. Также оба исполнения используются в разных условиях и на объектах различного целевого назначения [6,8-11].

В соответствии с нормативными документами автоматические установки, гасящие пожар, должны предусматриваться в зданиях определенного назначения. К ним относятся различные

производственные, административные и общественные здания с большим скоплением людей, устройство подобных систем в частном строительстве нормами не предусматривается. Несмотря на это, некоторые домовладельцы все же оборудуют свои дома пожарной сигнализацией, а то и пожаротушением в связи с чем, также находят применение спринклерная и дренчерная система, гасящая пламя с помощью воды либо других жидких составов или газов [6,8].

Дренчерная схема предназначена для тушения огня на значительных площадях большим количеством воды, поэтому чаще всего ее применяют при пожаре для охлаждения различных опасных объектов, что могут легко воспламениться либо для того, чтобы создать между очагом возгорания и остальным помещением водяную завесу. Объем воды, подающийся за единицу времени дренчерной системой, настолько велик, что последствия ее работы могут превышать урон от пожара. Особенность этого метода в том, что пожарные трубопроводы наполняются водой только после возгорания, по сигналу автоматики или от ручного включения [9-11].

В свою очередь, спринклерная система пожаротушения – это сеть трубопроводов с установленными на них распылителями воды, действующими локально. Ее основное отличие от дренчерной в том, что каждый водяной ороситель (спринклер) срабатывает самостоятельно в автоматическом режиме при наличии в зоне его расположения определенной температуры. Таким образом, при возникновении локального возгорания в помещении сработает один или несколько оросителей, находящихся в зоне повышенной температуры, это и есть принцип работы спринклерной системы пожаротушения.

В отличие от своего аналога, дренчерная установка оборудована распылителем, в котором имеются открытые входные отверстия. При этом нет необходимости в использовании теплового замка. Система начинает работать в момент, когда срабатывает пожарная сигнализация. Делается это автоматически или при помощи ручных дистанционных установок [4,5,7,8].

Немного по другому принципу работает спринклерное пожаротушение. Как говорилось выше, это система из трубопроводов, которая заполнена водой с соответствующим давлением. Также она оснащается оросительными головками. Отверстие в спринклерной головке закрывается тепловым замком. Его расплавление осуществляется, как только температура превышает заданный рубеж. Как следствие, осуществляется локализация огня.

Дренчерная система пожаротушения представляет собой набор оборудования для эффективного тушения очагов возгорания, а также для исключения распространения очагов пламени на другие помещения. Для выполнения процедуры тушения пожара используются специальные оросительные устройства – дренчеры, которые выполнены в виде головок открытого типа.

Спринклерные и дренчерные системы пожаротушения используют для тушения пожара воду, которая распыляется оросительными головками. Также может применяться и пена – все зависит от объекта, на котором устанавливается установка, и класса его пожароопасности. В дренчерной системе подача смеси осуществляется после поступления сигнала от электронного блока в автоматическом режиме или при ручной активации установки человеком. Установки дренчерного типа обеспечивают создание завесы из огнетушащего вещества, которое препятствует распространению огня и эффективно его нейтрализует [2,4-6].

К основным преимуществам систем дренчерного типа относятся:

- 1) высокая эффективность локализации пламени;
- 2) низкая цена и доступность оборудования;
- 3) простота установки и дальнейшего обслуживания;
- 4) возможность одновременной обработки больших площадей;
- 5) создание барьера для распространения продуктов горения – дым, гарь, сажа, тепло, вредные вещества;
- 6) возможность распыления тушащего вещества, как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости.

К недостаткам дренчерной установки относятся:

- 1) высокий расход тушащей пены или воды;
- 2) высокая скорость распыляемого потока, что во многих случаях вызывает повреждения помещений [4,7].

Для спринклерной установки выходные отверстия головок закрываются тепловым замком – это специальный элемент, который плавится при определенной температуре, обеспечивая возможность выхода воды или пены из головки. Активация спринклерных систем происходит полностью автономно, когда температура в контролируемой зоне превысит пороговое значение.

Преимущества спринклерной системы пожаротушения:

- 1) простота монтажа оборудования и его последующего обслуживания;
- 2) низкая цена установок;

3) высокие показатели эффективности тушения очагов возгорания разного уровня сложности;

4) возможность применения в помещениях и объектах различного назначения;

5) быстрота установки на объекте без потребности его перепланировки.

Недостатки спринклерной установки:

1) ограничение использования по температурному режиму – при отрицательных температурах заполнение водой трубопроводов исключается;

2) использование большого количества воды для тушения пожара;

3) после срабатывания устройства необходимо выполнять его перезарядку;

4) система может не сработать при появлении задымления, поскольку фактором срабатывания является температура [1,4,7].

Системы спринклерного и дренчерного пожаротушения на первый взгляд кажутся схожими но, если провести сравнение, то можно найти следующие отличия:

1) конструктивные особенности и исполнение – в спринклер входит, так называемый, «тепловой замок» или терморегулируемая колба, которая разрушается при определенных температурных колебаниях. В случае срабатывания установки спринклеры нуждаются в замене, поскольку данные элементы являются не разборными. Дренчеры – оросительные головки открытого типа активируются как вручную, так и удаленно или автоматически;

2) назначение – спринклерное и дренчерное оборудование устанавливается, с целью оперативного реагирования, на объектах самого разного масштаба. Первый вариант системы – одновременно с подачей воды, на место возгорания установка подает автоматический сигнал о возникшем пламени. В роли огнетушащего вещества возможно применение воздушно-механической пены. Дренчерное пожаротушение – возможно по всей площади обслуживаемой зоны;

3) условия работы – дренчерное оборудование применяется на объектах при температурном режиме ниже + 5 °С. Спринклерная конструкция способна работать в экстремальных условиях. Водяной вариант установки применяется исключительно при положительных температурах;

4) разница в скорости срабатывания дренчерной и спринклерной систем пожаротушения. Что касается второго варианта системы, то для срабатывания теплового замка требуется определенное время [1,4,5,7].

Чтобы сделать правильный выбор, необходимо внимательно изучить все сходства и отличия этих устройств. Безусловно, каждая из них способна справиться с поставленной задачей на 100 %, но при учете всех особенностей защищаемого объекта.

Следует отметить, что конструкционное исполнение не единственное отличие, которым характеризуется спринклерная и дренчерная система пожаротушения – отличия состоят также и в принципе срабатывания оборудования. Если спринклер является полностью автономным и срабатывает, когда расплавляется тепловой замок при увеличении температуры, то дренчер активируется от устройства сигнализации или ручной кнопки запуска, входящей в состав системы пожарной безопасности.

Еще один фактор, по которому различают спринклер и дренчер – отличия их состояния в режиме ожидания. Установка первого типа постоянно находится в заряженном состоянии – трубопроводы заполнены либо водой, либо воздухом, а установки второго типа могут быть и не заполненными. Подача воды или пены для воздействия на очаги возгорания осуществляется после подачи сигнала от сигнализации или кнопки ручного пуска [4-6,8,9].

Дренчерная система пожаротушения предназначена для тушения огня на значительных площадях с помощью большого количества воды. Именно поэтому наиболее часто такая система применяется для охлаждения опасных объектов, которые могут воспламениться, или для создания между помещением и очагом возгорания водяной завесы.

Используемый объем воды настолько велик, что последствия такого пожаротушения могут во много раз превышать урон от пожара. Особенностью дренчерной системы пожаротушения является наполнение пожарных трубопроводов лишь после возгорания — по сигналу автомата или от ручного включения.

В то же время спринклерная система пожаротушения представляет собой сеть трубопроводов с вмонтированными на них распылителями воды, функционирующими локально. Основным отличием спринклерной системы от дренчерной является самостоятельное автоматическое срабатывание водяного оросителя при наличии в зоне его размещения определенной температуры. Таким образом, при локальном возгорании в помещении работает один или сразу несколько оросителей, расположенных в зоне повышенной температуры [4,7,8].

Спринклерные и дренчерные системы – одни из самых доступных на рынке оборудования для пожаротушения. Назвать конкретную цену

устройства не представляется возможным в связи с тем, что она складывается из разных составляющих и зависит от:

- 1) площади помещения;
- 2) необходимого количества спринклеров с тепловыми замками;
- 3) необходимого количества труб;
- 4) необходимого количества запорной арматуры (обратные клапаны);
- 5) насосного оборудования;
- 6) резервного накопителя воды.

Основным параметром ценообразования все же остается площадь помещения. Именно от нее зависит количество материалов и комплектующих. Цены на услуги компаний, проектирующих и монтирующих пожарные системы, тоже могут немало различаться [1,5].

По степени надежности оба варианта установок, опять же, примерно одинаково хороши. Это обусловлено качеством конструктивных элементов. Например, для установки спринклеров не требуется использование специальных уплотнителей, так как резьбовое соединение уже оснащено герметиком. Но перед принятием решения, какой системе отдать предпочтение, следует учесть скорость срабатывания каждой из них. Нельзя забывать и о некоторых издержках работы, которыми отличается спринклерная установка. Речь о небольшой степени инерционности такой системы, ведь при колебаниях температуры она может сработать, даже если отсутствуют очаги возгорания [1,3,10].

Таким образом, использование и спринклерной, и дренчерной установки оправданно, в особенности, когда речь идет о крупных объектах, где отсутствует персонал на протяжении некоторого отрезка времени или постоянно. Это позволяет локализовать пожар на начальной стадии, не давая ему распространиться по всей территории объекта. Основным преимуществом является возможность избежать вероятности причинить непоправимый ущерб имуществу и помещениям, которые обслуживаются такими установками.

Если подытожить выше сказанное, то можно сделать выводы, что спринклерные и дренчерные установки пожаротушения отличаются высокой эффективностью работы, если они применяются с учетом особенностей защищаемого объекта. В таком случае можно получить максимальный показатель защиты, что позволит эффективно справиться с огнем, если возникнет пожар. При потребности, можно устанавливать комбинированные системы, используя частично и дренажные и спринклерные устройства борьбы с возгораниями.

Список литературы:

1. Таранцев А.А., Танклевский Л.Т., Снегирёв А.Ю. Оценка эффективности спринклерной установки пожаротушения / Пожарная безопасность, 2015. – №10. – С.72-79.
2. Михайлов Л.А. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М.: ДЕАН, 2014. – 669 с.
3. Бабуров В.П., Бабурин В.В., Фомин В.И. Производственная и пожарная автоматика. Ч.2. Автоматические установки пожаротушения: учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2007. – 298 с.
4. Долговидов А.В., Теребнев В.В. Автоматические установки порошкового пожаротушения. – М.: Пожнаука, 2008. – 254 с.
5. Собурь С. В. Установки пожаротушения автоматические: Учебно-справочное пособие, – 7-е изд., перераб. – М.: ПожКнига, 2012. – 336 с.
6. Соломин В.П., Михайлов Л.А. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 224 с.
7. Мешман Л.М., Былинкин В.А., Губин Р.Ю. Проектирование водяных и пенных автоматических установок пожаротушения. – М.: ВНИИПО МЧС РФ, 2009. – 570 с.
8. Теребнёв В.В., Артемьев Н.С., Думилин А.И. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 1: Жилые и общественные здания и сооружения. – М.: Пожнаука, 2006. – 314 с.
9. Русак О.Н. Противопожарная безопасность. – М.: Пожнаука, 2013. – 224 с.
10. Мироньчев А.В, Терёхин С.Н, Кондрашин А.В, Филиппов А.Г. Пожарная безопасность в строительстве: учебник (2 издание). – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. – 274 с.
11. Смирнов С.Н. Противопожарная безопасность. – М.: ДиС, 2010. – 144 с.

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ОБЪЕКТОВ С УЧЕТОМ ЗАДАНЫХ СРОКОВ

Шарапов О.Н., ст. преподаватель,

Бутлов А.Н., магистрант,

Булах Р.В. студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Приватизация в 90-е годы большей части недвижимости, и появление частной собственности, изменяет направления в строительстве и ставит новые, более сложные задачи приведения существующих зданий в соответствие с современными строительными нормами и правилами и пожеланиями заказчика. Стремительный рост объемов капитальных вложений в реконструкцию вызван инвестиционной и социальной политикой. Наиболее актуальной стала задача осуществления реконструкции объектов без прерывания эксплуатации, дабы избежать материальных потерь, связанных с остановкой производства на промышленных объектах, а также временной арендой и переездом для общественных зданий. Качественная реконструкция объектов без прекращения эксплуатации возможна только при соответствующем высоком уровне организации работ. Остро стоит вопрос выбора правильных организационно-технологических решений.

Ключевые слова: Строительство, планирование, управление, организация процессов строительства,

В настоящее время практика строительства, связанная с областью календарного планирования, свидетельствует о том, что не соблюдение своевременного выполнения строительных работ влечет за собой значительное увеличение фактической продолжительности таких работ по отношению к её плановой продолжительности и соответствующему технико-экономическому плану (ТЭП) [1,2]. В связи с чем, необходимо предусмотреть возможное возникновение задержек, а также учесть возможность осуществления мероприятий по снижению этого риска, обосновав предельные характеристики случайных длительностей работы, разработку реализующих их моделей генераторов.

Управление рисками включает в себя формальные методы определения, оценки, анализа, а также предупреждения возникновения и как следствие принятия мер по снижению всех рисков на протяжении

всего жизненного цикла проекта и распределения вероятно возможного ущерба от риска между участниками проекта [3].

В то же время, планирование и управление риском, связанным с несвоевременным выполнением работ является способом, обеспечивающим организацию процессов строительства объектов в оптимальные сроки и в свою очередь с обеспечением высокого качества работ и минимизации затрат труда, материальных ресурсов и денежных средств [4,5,1].

В связи с чем, использование метода статистического определения и распределения ущерба между участниками проекта от несвоевременного завершения строительства объекта по критериям увеличения стоимости виртуальных затрат на строительство, а также уменьшения дисконтированных инвестиций и чистой приведенной стоимости доходов, влекущее за собой теоретическое определение аппроксимирующей зависимости с целью их дальнейшего использования в договорах, заключенных между участниками строительства является актуальным в настоящее время и находит все более широкое применение в сфере строительства, в частности, в области календарного планирования. Итогом статистического эксперимента на основе КП является всестороннее исследование экспоненциального генератора случайных длительностей, в том числе в качестве основного параметра стохастическое изменение среднего показателя позднего выполнения работ, а также разработка методика его определения с использованием программы MS Project, основанной на использовании метода стохастической квалитметрии.

В детерминированном подходе зависимости между свойствами исследуемых объектов выражаются как прямые функциональные связи, в то время как при вероятностном подходе такого рода вероятности выражаются функцией распределения. Следует особо подчеркнуть, что понятие распределений напрямую связано с понятием случайных величин, которые в свою очередь изменяют свое значение неопределенным образом. Такое значение имеет относительно стабильную частоту возникновения. На основе распределений разработаны модели теории вероятностей и математической статистики.

Осуществлять более углубленный и сложный анализ поставленной задачи позволяет метод ПЕРТ, заключающийся в определении сроков выполнения каждого действия, а также наиболее вероятной их продолжительности.

Перечень необходимых исходных данных, используемых для расчета сетевого графика методом ПЕРТ включает в себя:

- 1) комплекс задач (операций, работ), проекта (процесса);
- 2) связь между выполняемыми работами;
- 3) 2-3 вероятностные оценки продолжительности каждой работы;
- 4) календарь рабочего времени проекта;
- 5) календарная дата начала проекта.

Весь комплекс входных данных, кроме первых трех типов данных, используемых в ручном учете, применяются в машинном учете.

Далее стоит более детально познакомиться с принципом расчет сетевого графика с вероятностным временем выполнения при использовании метода ПЕРТ. Вероятностное сетевое расписание – это своего рода расписание, в котором длительность работ (задач) имеет несколько оценок.

Каждая работа характеризуется несколькими временными оценками:

1) оптимистическая оценка (t_{minij}) – минимально возможный период времени, в течение которого работа может быть проведена при самых благоприятных условиях.

2) наиболее вероятная оценка ($t_{нвij}$) – возможный период времени, в течение которого работа могла бы быть завершена, если бы требовалась только одна оценка.

3) пессимистическая оценка (t_{maxij}) – максимально возможный период времени, в течение которого работа может быть выполнена в самых неблагоприятных условиях.

Наиболее часто с целью определения предполагаемой продолжительности работ встречаются два способа их оценки.

Первый метод требует двух временных оценок для каждой работы, в частности (t_{minij}) и ($t_{нвij}$). В расчетах также используется расчетная продолжительность работы, определяемая по формуле:

$$t_{расчij} = \frac{3t_{minij} + 2t_{нвij}}{5}$$

Второй метод требует установления всех трех временных оценок для каждой работы, то есть (t_{maxij}), (t_{minij}) и ($t_{нвij}$), в таком случае расчетная продолжительность работы, определяемая по формуле:

$$t_{расчij} = \frac{t_{minij} + 4t_{нвij} + t_{maxij}}{6}$$

Существует предположение, что имеет место лишь незначительная возможность того, что расчетное время выполнения операции (t_{minij}) выйдет за пределы значений ($t_{нвij}$) и (t_{maxij}). Чтобы определения

вероятности выполнения производственного процесса в срок необходимо построить сетевой график производственного процесса, строго соблюдая логическую последовательность выполнения отдельных работ процесса.

Так как методика построения сетевого графика с детерминированным временем выполнения операций аналогична методике построения сетевого графика с вероятностным временем выполнения операций. Алгоритм расчета сетевого графика с вероятностным временем выполнения работ включает следующие основные этапы:

Этап определения ожидаемого времени выполнения работ $t_{ожij}$ ($t_{расчij}$), который может быть осуществлен с использованием как трех, так и двух оценок продолжительности выполнения работ. Чаще всего для задачи используют три вероятностные оценки.

Этап расчета сетевого графика использует методику расчета с детерминированным временем выполнения работ.

Определение степени неопределенности при выполнении работ, лежащих на критическом пути, осуществляется при помощи оценки степени неопределенности выполнения той или иной работы при которой применяется дисперсия. В первом методе дисперсия рассчитывается по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{(t_{maxij} - t_{minij})^2}{5^2}$$

При выборе второго метод дисперсия может быть рассчитана по следующей формуле:

$$\sigma^2 = \frac{(t_{maxij} - t_{minij})}{6^2}$$

Для определение вероятности завершения комплекса работ в заранее установленный директивный срок сначала необходимо определить по формуле аргумент функции нормального распределения Z:

$$z = \frac{T_{дир} - T_x^p}{\sqrt{\sum \sigma^2}}$$

где: T_x – ранний период наступления финального, завершающего события;

$\sqrt{\sum \sigma^2}$ – сумма дисперсий работ, лежащих на критическом пути. Функция распределения P(x) используется для определения вероятности

завершения комплекса работ в установленный директивный период. Вероятность выполнения производственного процесса в заданный директивный срок определяют при помощи таблицы значений функции нормального распределения и метода интерполяции.

Расчет вероятности завершения производственного процесса в течение заданного периода времени тем более необходим, когда установленный руководством директивный срок $T_{дир}$ меньше, чем самая ранняя дата окончания, конечного события $T_{кр}$. В этом случае необходимо принять $T_{кп}$, то есть последнюю дату наступления заключительного, завершающего мероприятия, равным директивному сроку. Лежащие на критическом пути резервы времени событий, оказываются отрицательными, а это будет означать, что события не могут произойти в течение заданного периода времени без уменьшения продолжительности критических работ. [6, 7].

В модификациях метода ПЕРТ утверждается, что исходная информация о функциях распределения длительности выполнения работ или об индивидуальных числовых характеристиках этих функций может быть получена на основании проведения анализа и последующей обработки статистических данных с помощью экспертных оценок или путем моделирования процесса выполнения отдельных работ.

Список литературы:

1. Лучков И.. Офисная недвижимость в Санкт-Петербурге. Ведомости Форум, 2014. №11.
2. Миловидов Н. Н., Орловский Б. Я. Жилые здания: Учеб. Пособие для архит. и строит, спец. Вузов/Под общей ред. Н. Н. Миловидова, Б. Я. Орловского, А. Н. Белкипа -М.: Высш. Шк., 1987.-151 с.
3. Лapidус А.А. Организационное проектирование и управление крупномасштабными инвестиционными проектами.// Вокруг света. 1997.- №7
4. Доста В.В. Выбор рациональных вариантов реконструкции жилых зданий // Жилищное и коммунальное хозяйство. 2001, -№4
5. Ершов М.Н., Ширшиков Б.Ф. Реконструкция общественных зданий без остановки их эксплуатации. Промышленное и гражданское строительство, 2004.-№5
6. Кочерженко В.В., Кочерженко А.В. Технология производства работ при реконструкции.. — Белгород.: Издательство БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. — 311 с.
7. Кочерженко В.В., Лебедев В.М.. Технология реконструкции зданий и сооружений Издательство Ассоц. строит. вузов, 2007. — 221 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТИРОВОЧНЫХ РАСЧЕТОВ ФЕРМ

**Юрьев А.Г., д-р техн. наук, профессор,
Зинькова В.А., ст. преподаватель**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассматривается эволюция проектировочных расчетов ферм, представленная с учетом их востребованности в настоящее время. В условиях реального проектирования весовая оптимизация, а также идея равнопрочной фермы не всегда приводят к желаемым результатам. Интерес представляют методы решения задач синтеза статически неопределимых стержневых систем, основанные на энергетическом критерии минимума потенциальной энергии деформации.

Ключевые слова: расчет ферм, структурный синтез, критерий минимума потенциальной энергии деформации.

Теория синтеза ферм берет свое начало в XIX веке в трудах А. Морена и К. Кульмана. Позднее М. Леви [1], Дж. Максвелл [2] Дж. Мичелл [3] сформулировали теоремы о равнопрочных фермах.

Теорема Леви гласит: из всех ферм заданных возможных конфигураций при одном нагружении без учета потери устойчивости стержней найдется такая статически определимая, вес которой будет не больше веса любой другой.

Остановим внимание на возможности варьировании конфигурации фермы, приводящей к минимуму расхода однородного материала при исключении проблемы устойчивости стержней.

Последующие исследования показали, что весовая оптимизация в условиях реального проектирования, то есть при обеспечении устойчивости стержней, не всегда приводит к желаемым результатам.

Идея равнопрочной фермы становится невыполнимой, поскольку растянутый и сжатый стержни, имеющие одинаковые по модулю усилия, будут иметь различные по площади поперечные сечения.

Тем не менее в историческом плане представляют интерес методы решения задач синтеза статически неопределимых стержневых систем, основанные на этой идее [4-6].

Эти методы, содержащие повторные анализы, страдают тем недостатком, что окончательный выбор поперечных сечений в большой степени зависит от совокупности исходных предположений. В реальности для статически неопределимых конструкций приближения

оказываются слишком громоздкими и включают в себя решение большого числа нелинейных уравнений.

В.А. Киселев [7] провел исследование влияние площади сечения лишнего стержня на продольные силы и напряжения во всех остальных лишних стержнях фермы. В отдельных случаях варьированием площади сечения стержня можно изменить знак продольной силы в другом стержне. При проектировании так называемых ферм равного сопротивления (без учета проблемы устойчивости) это не нарушает вычислительный процесс.

Предложенный автором проектировочный расчет ферм с учетом проблемы устойчивости по методу напряжений нарушается при изменении знака продольной силы хотя бы в одном стержне. Проблематична корректировка начальных данных.

В большинстве обзореваемых работ не рассматриваются проектировочные расчеты, касающиеся геометрии и топологии фермы, которые требуют особого подхода.

В основу проектного критерия должна быть положена не экономическая категория типа минимума объема (массы стоимости) материала, а энергетический критерий, используемый для анализа напряженно-деформированного состояния систем. Вариационные принципы механики деформируемого твердого тела имеют энергетическую природу. С другой стороны, проверочные и проектировочные расчеты должны иметь единую методологическую основу.

Вариационные принципы синтеза несущих конструкций [8] для частного случая ферм изложены в работе [9]. В случае однородного линейно-упругого материала (модуль E) проектным критерием является минимум потенциальной энергии деформации

$$U = \sum_{i=1}^n \frac{N_i^2 l_i}{2E\varphi_i^2 A_i} \quad (1)$$

(n – число стержней с внутренними усилиями N_i) при варьировании топологии, геометрии (длин l_i), площадей сечений (A_i). Для растянутых стержней коэффициент продольного изгиба $\varphi_i=1$.

В частном случае варьирования A_i проектный критерий имеет выражение:

$$\sigma_i / \varphi_i = \text{const.} \quad (2)$$

Проектировочный расчет в значительной мере упрощается при принятии постоянного коэффициента φ_i , то есть в предположении постоянства гибкости стержней. Этому должны сопутствовать соответствующие радиусы инерции при формировании конфигурации сечения. В таком случае равнонапряженность будет присуща как растянутым, так и сжатым стержням, хотя модули напряжений будут отличными.

В реальности лишь ферма с растянутыми стержнями может быть равнонапряженной.

При оптимизации топологии и геометрии фермы [10, 11] принимается следующий порядок расчета: 1) задаем произвольную начальную конфигурацию фермы, ее директивные параметры, коэффициент φ ; 2) устанавливаем параметры изменения конфигурации θ_i ($i=1, 2, \dots, n$); 3) определяем выражения внутренних усилий в стержнях; 4) выделяем стержни с переменным знаком усилий и назначаем знаки в начальном приближении; 5) записываем выражение потенциальной энергии деформации по формуле (1); 6) выводим уравнения на основе условий удовлетворения критерию оптимальности конфигурации: $\partial U / \partial \theta_i = 0$ ($i=1, 2, \dots, n$); 7) решаем систему алгебраических уравнений; 8) проверяем удовлетворение принятым знакам внутренних усилий, при необходимости производим их корректировку и возвращаемся к четвертому этапу расчета.

Заметим, что оптимизация топологии сопряжена с введением функций и матриц влияния, обеспечивающих компактное представление решения задачи. Частным случаем вариации топологии ферм является постановка восходящих или нисходящих раскосов. Глобальный минимум функционала (1) гарантирует минимум расхода материала, в то время как непосредственная минимизация объема не дает такой гарантии. Преимущества в экономии материала имеют фермы с преобладанием растянутых стержней, которых не касается проблема устойчивости равновесия.

Перспективное направление совершенствования структуры ферм прослеживается в работе [12]. В ней приведен расчет оптимальных параметров плоскоовальных труб по приближенной методике, корректность которой подтверждена тестированием с использованием стандартизированных профилей. Представлена новая компоновка решеток из плоскоовальных профильных труб, разработанная для ферменных систем на базе стальных прутковых конструкций покрытий с заменой прутковых гнутых элементов на трубчатые.

Изменение структуры конструкций встречается при реконструкции зданий и сооружений после оценки их остаточного ресурса [13]. Предложенный проектировочный расчет ферм на основе энергетического критерия может быть использован для их усиления.

Список литературы:

1. Levy M. La statique graphique et ses applications aux constructions, 1873.
2. Maxwell J.C. On the calculation of the equilibrium and stiffness of frames // The Scientific Papers of James Clerk Maxwell. 1890. V. 2. P. 175-177.
3. Michell A.G.M. The limits of economy of material in framestructures // Philosophical Magazine and Journal of Science. 1904. V. 8. sixth Series. № 47.
4. Pippard A.I.S. On a method for the direct design of framed structures having redundant bracing // Tech. Rep. Aero. Res. Comm. London, for Year 1922-1923.
5. Рабинович И.М. К теории статически неопределимых ферм. М.: Транспечать, 1933. 120 с.
6. Хуберян К. М. К расчету статически неопределимых ферм. Тбилиси: НИСоор, 1938. 82 с.
7. Киселев В.А. Строительная механика. Изд. 3-е доп. М.: Стройиздат, 1976. 511 с.
8. Юрьев А.Г. Строительная механика: синтез конструкций. М.: изд. МИСИ, 1982. 100с.
9. Юрьев А.Г. Вариационные принципы строительной механики. Белгород: изд-во БелГТАСМ, 2002. 90 с.
10. Юрьев А.Г. Естественный фактор оптимизации топологии конструкций // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2013. №5. С. 46-48.
11. Юрьев А.Г. Оптимизация топологии и геометрии конструкций. Белгород: изд-во БГТУ. 2018. 96 с.
12. Марутян А.С., Абовян А.Г. Расчет оптимальных параметров плоскоовальных труб для ферменных конструкций // Строительная механика и расчет сооружений. 2017. № 4 (273). С. 17-22.
13. Остаточный ресурс конструкций зданий и сооружений / А.Н. Дегтярь, И.Р. Серых, Л.А. Панченко, Е.В. Чернышева // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2017. №10. С. 94-97.

3. ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ИНВЕСТИЦИОННО - СТРОИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

ЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ КЛИНИКИ» ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ЭКОНОМИКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Абакумов Р.Г., канд. экон. наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Статья посвящена необходимости организации деятельности «инженерно-строительной клиники» при подготовке специалистов БГТУ им. Шухова в области экономики строительства. Раскрывается значение, особенности, необходимость, механизм организации деятельности, перспективы развития «инженерно-строительной клиники» при подготовке специалистов в области экономики строительства.

Ключевые слова: инженерно-строительная клиника, экономика строительства, механизм деятельности, профессиональная подготовка.

В настоящее время возникла объективная необходимость изменения качества и содержания профессиональной подготовки специалистов БГТУ им. Шухова с целью повышения конкурентоспособности на рынке труда. Акцент должен быть смещен в сторону развивающего обучения студентов БГТУ им. Шухова: развитие профессиональных способностей и приобщение к профессиональной деятельности, с целью адаптации студентов для решения практических задач; закрепление практически значимых и необходимых компетенций; социальной адаптация и «размытию» границ между теорией и практикой.

В Послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации четко определены задачи подготовки высококвалифицированных кадров и использования всех имеющихся ресурсов на благо России. [1] В Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» поставлены задачи по модернизации строительной отрасли и повышению качества строительства, по созданию условий для развития наставничества, поддержки общественных инициатив и

проектов. Решение поставленных задач невозможно без внедрения инновационных подходов в профессиональной подготовке будущих специалистов в области экономики строительства.

Обучения знаниям в области экономики строительства должно быть связано с выработкой навыков практической деятельности, а также формированием профессиональных качеств каждого студента. Все это необходимо объединить в учебном процессе посредством организации деятельности «инженерно-строительной клиники». Данный способ консолидации вышеуказанных элементов для профессиональной подготовки практико-ориентированных специалистов в области экономики строительства, является наиболее целесообразным и связан с возрастающими потребностями общества в консультировании в области экономики строительства. Данный инструмент позволяет наладить практическое взаимодействие с физическими и юридическими лицами, на основе преподавательско-студенческого сообщества.

ИСК предполагает применение инновационной технологии обучения, будет способствовать развитию навыков консультационной и практической работы, навыков принятия решений, межличностной коммуникации, вырабатывать лидерские и другие необходимые строителю личностные и профессиональные качества. ИСК будет, является местом прохождения студентами учебной, производственной и научно-исследовательской практики, в зависимости от решаемых практических задач консультирования по вопросам строительства, инженерных решений, строительных материалов, правовых вопросов в строительстве, правового сопровождение, ценообразования, решения экономических задач, решение практических задач по логистике.

Реализация данного проекта необходимо для формирования у студентов общекультурных и профессиональных компетенций в области экономики строительства и оказания бесплатной консультационной помощи в области экономики строительства, инженерных решений широкому кругу лиц, развития взаимодействия БГТУ им. Шухова с застройщиками, органами государственной власти, местного самоуправления - будущими работодателями в целях создания условий для обмена опытом и развития инновационной деятельности, привлечения практических специалистов к обучению студентов, улучшения трудоустройства выпускников вуза.

ИСК имеет широкий спектр направлений деятельности: информационно-цифровое моделирование в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений; развитие технологий виртуальной и дополненной реальностей, искусственного интеллекта и нейросетей в

строительстве; оказание информационных и консультационных услуг (возможности или невозможности выполнения перепланировки, реконструкции и модернизации; оценке технического состояния; возможности легализации самовольного строительства; целесообразности и возможности перепрофилирования зданий; установление причин дефектов строительных конструкций; определение стоимости строительно-монтажных работ; определении качества работ); обследование конструкций, разработку конструкций и проектно-сметной документации, использование аддитивных технологий в строительстве (производство нестандартных изделий).

Деятельность ИСК направлена на развитие преподавательско-студенческого сообщества с целью развития форм привлечения молодежи к разработке и реализации проектов, содействующих развитию экономики и социальной сферы, совершенствованию системы управления российскими территориями, и станет площадкой социального взаимодействия практики и студенческой науки, и предоставит возможность самореализации потенциала студентов. ИСК предполагает оказание безвозмездной инженерно-строительной помощи малоимущим гражданам, молодым семьям и пенсионерам.

«Инженерно-строительной клиника» создается для реализации следующих целей: 1) предоставления квалифицированной помощи в области строительства и разработки BIM-проектов, определения стоимости строительства; правового сопровождения, подбора и проверки контрагентов; 2) информирование и просвещение населения в области строительства, инженерных технологий; 3) формирование у обучающихся по строительным направлениям навыков оказания консультационной и информационной помощи и информационного моделирования.

«Инженерно-строительная клиника» - студенческая консультация в области строительства – должна определять как место прохождения студентами учебной и производственной практики и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Основными субъектами в работе инженерно-строительной клиники являются студенты-стажеры и преподаватели-кураторы (наставники), к которым предъявляются определенные (повышенные) требования, позволяющие им быть допущенными к практической деятельности и наставничеству соответственно; при этом работа в клинике требует соответствующей подготовки, как для студентов, так и для преподавателей. Основным методом обучения студентов является их самостоятельная (но в то же

время под руководством преподавателей) практическая деятельность с настоящими обращениями, заказами различных категорий, с реальными жизненными ситуациями в области экономики строительства.

Ресурсным обеспечением является имеющаяся материально-техническая база БГТУ им. Шухова: учебная аудитория, оборудованная интерактивной доской и компьютерным оборудованием, измерительное и испытательное оборудование, имеющееся в университете (инструментальные измерительные средства, электронные приборы разрушающего и неразрушающего методов контроля, аппаратно-программные комплексы, оборудование высокоточного пространственного сканирования объектов). В БГТУ имени В.Г. Шухова имеется материально-техническая база, позволяющая создать действующее производство на основе разработок «инженерно-строительной клиники» - строительный 3D принтер «СпецАвиа» S-6044 Long и помещение. Портальный строительный принтер (COP-printer, Construction Objects Printing) с рабочим полем 8 x 8 метров «АМТ» S-6044 LONG позволяет организовать 3-х сменное поточное внутрицеховое производство строительных элементов зданий и сооружений до 55 кв.м. В качестве материалов будут использоваться традиционные бетонные смеси (например, пескобетон) и инновационные смеси, разработанные на базе БГТУ имени В.Г. Шухова. В качестве наставников могут привлекаться преподаватели университета и практические работники.

«Инженерно-строительная клиника» будет заниматься разработкой типовых проектов выполняемых конструкций, изделий, а также производственными и сбытовыми процессами посредством участия в торгах, направления обращений к заинтересованным лицам.

Проект практически реализуем на базе БГТУ имени В.Г. Шухова. Целевой аудиторией «клиники» является физические, юридические лица, администрация города, застройщики нетиповых зданий и сооружений, производители строительных материалов и изделий, неограниченный круг лиц, занимающихся строительством, благоустройством. Инженерно-строительная клиника будет оказывать целый ряд востребованных услуг: возводить с уникальным дизайном приусадебные постройки, элементы зданий, заборы, ограждающие конструкции, садовую мебель из бетона с высокой точностью и низкой себестоимостью.

Самофинансирование возможно при реализации услуг и продукции «инженерно-строительной клиники» по минимальным рыночным ценам. Срок окупаемости проекта составляет 12-18 месяцев, с чистой

прибылью в месяц около 150 тыс. рублей. Ключевые конкурентные преимущества ИСК: адекватность; оригинальность; адресность; пластичность.

Информационное сопровождение хода реализации проекта: презентация ИСК, день открытых дверей, конференции с привлечением широкой общественности, издание визиток (листовок, буклетов), благотворительные акции, электронные информационные страницы на сайте.

Таким образом, организация деятельности «инженерно-строительной клиники» при подготовке специалистов в области экономики строительства будет способствовать развитию профессиональных компетенций будущих специалистов и позволит приобщить их к практической деятельности.

Список литературы:

1. Щенятская М.А., Наумов А.Е. Совершенствование методологии сравнительной оценки эффективности альтернативных инвестиционных проектов в жилищном строительстве// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 264-268.
2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА

Айзенштадт А.М., д-р. хим. наук, профессор,
Данилов В.Е., ст. преподаватель
*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*

Аннотация. В статье приводятся данные по оценке экономической эффективности (объемы рынка, себестоимость, финансовый план) и основным принципам производства древесно-минерального композита на основе коры сосны и тонкодисперсного базальта. Представлена технологическая схема получения древесно-минеральных композитов в виде блоков, панелей и плит.

Ключевые слова: теплозвукоизоляция, древесно-минеральный композит, себестоимость, технологическая схема, финансовый план.

В настоящее время в России у значительной части населения появляется потребность в теплом, тихом, доступном и выполненном с использованием экологических материалов жилье [1]. В соответствии с данной потребностью предлагаемый нами продукт – древесно-минеральные теплозвукоизоляционные композиты (ДМК) на основе коры сосны и тонкодисперсного базальта [2-4]. Исходя из назначения, композит целесообразно выпускать в виде блоков (для строительства несущих и самонесущих стен, колонн), панелей (для самонесущих стен, в качестве внутреннего изоляционного слоя стены, изоляция на черновой пол), плит (межкомнатные перегородки, черновой пол).

Технологическая схема получения блоков, панелей, плит и сухой засыпки приведена на рисунке 1. Важно отметить, что в зависимости от потребностей лесоперерабатывающего предприятия, в качестве корорубительной машины возможно использование как стационарных молотковых дробилок, так и передвижных рубительных машин. Для улучшения размола коры перед ее попаданием в корорубительную машину она должна быть высушена до воздушно-сухого состояния в бункерах после скребкового конвейера или в специальных сушильных камерах. Сепаратор для разделения измельченной коры на фракции может быть воздушный, барабанный или вибрационный. В силосах для коры будут отдельно храниться фракции коры < 100 мкм и 0,1 – 10 мм. Более крупная фракция будет идти на повторное измельчение.

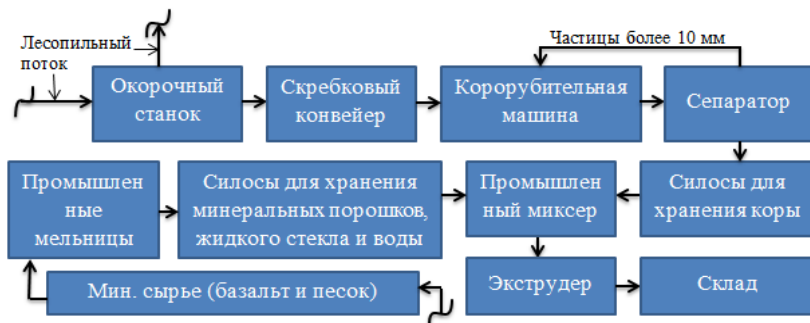


Рисунок 1 - Технологическая схема получения древесно-минеральных композиционных блоков, панелей, плит на ЛПК

В качестве промышленных мельниц для диспергирования минерального сырья целесообразно использовать щековые дробилки на первом этапе (только в случае крупного исходного сырья – базальтового щебня), затем барабанно-шаровые мельницы (в случае мелкого исходного сырья – отсева дробления базальтового щебня). После мельниц минеральные порошки (базальт и песок) попадают в силосы. Для сохранения и увеличения количества образующихся тонкодисперсных минеральных частиц рекомендуется, по возможности, ставить в технологическую цепочку (например, установить внутри промышленного миксера) промышленный ультразвуковой диспергатор.

Промышленный миксер ставится непосредственно под силосами с корой и сухими минеральными порошками, а под ним располагается экструдер (вид экструзии теплый, предпочтительнее – горячий). После экструдера размещается конвейер на склад готового сырья, при прохождении по нему экструдата (готового ДМК), он нарезается автоматизированным механическим инструментом (пилой или ножом) на отдельные блоки. Для получения ДМК в виде панелей и плит будет достаточно заменить на экструдере фильеру и уменьшить частоту нарезки экструдата.

На основании данных Минэкономразвития, MarketLine, Cushman & Wakefield, Росстат компанией КПМГ был проведен анализ динамики рынка строительных материалов в России [5]. Прогнозируемый объем рынка на 2019 год: 1144 млрд. руб. – следовательно, это значение будет общим объемом целевого рынка (ТАМ). Для определения доступного объема рынка (SAM) уточним назначение продукта – это конструкционная тепловздукоизоляция в виде

самонесущих блоков, навесных панелей и плит. В России 0,054% от общего объема используемых строительных материалов составляют конструкционные теплозвукоизоляционные материалы. В переводе в денежный эквивалент 62 млрд. руб. Реально достижимый объем рынка (SOM) зависит в первую очередь от планируемой мощности производства материала и поставленного налаженного канала продаж. Учитывая, что мы запускаем бизнес с мощностью производства 1296 м³/год и каналом продаж 1,64 млн. руб./год (для первого года), при этом запланировано каждый год увеличивать данные показатели как минимум на 20% получаем, что к 8 году (выход на финальную, проектную мощность) наш SOM в переводе в денежный эквивалент составит 89,49 млн. руб. Следует отметить, что для того, чтобы обеспечить увеличение производства композита на 20% каждый год требуется заключить долгосрочные договора с потенциальными ключевыми партнерами: лесоперерабатывающими и горнодобывающими предприятиями, а также сделать необходимые вложения в склад сырья и готовой продукции, а также в оборудование. Потенциальный объем рынка (РАМ) в нашем случае зависит от экономической ситуации в стране. Так по прогнозам к 2020 году увеличатся инвестиции в строительство, а также возрастут объемы используемых строительных материалов. РАМ составит 1201 млрд. руб.

Расчет себестоимости производства древесно-минерального композита сведен в таблицу 2. Исходя из рассчитанной себестоимости 880 руб./м³ и предполагаемой цены 2200 руб./м³ маржа (разница между себестоимостью товара и его отпускной ценой) будет составлять 1320 руб./м³.

Таблица 2 - Расчет себестоимости производства

Раздел затрат	Себестоимость производства материала, руб./м ³	Планируемый на первый год объем производства, м ³	Итого, руб
Сырье	500	1296	648.000
Электроэнергия	360		466.560
Вода	20		25.920
Всего:	880	-	1.140.480

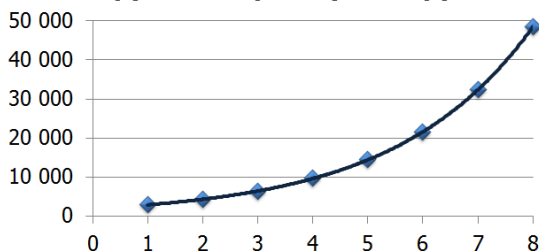
Отчет о прибылях и убытках сведен в таблицу 3. К концу 3 - началу 4 года предприятие по производству ДМК должно выйти в ноль (окупиться). Кратко финансовый план графически представлен на рисунке 2.

Таблица 3 - P&L (отчет о прибылях и убытках), тыс. руб.

	Год 1	Год 2	Год 3	Год 4	Год 5	Год 6	Год 7	Год 8
Выручка	2 840	4 260	6 390	9 585	14 378	21 566	32 349	48 524
Себестоимость	1 140	1 368	1 642	1 970	2 364	2 837	3 404	4 085
Общие расходы	2 760	2 993	4 370	5 517	8 170	10 576	12 586	17 001
Чистая прибыль	- 1 230	- 417	- 65	1 463	2 921	6 800	14 358	24 467
FCFE* с учетом терминальной стоимости	- 1 830	- 357	- 5	1 523	2 981	6 860	14 418	78 898

* Свободный денежный поток акционеров

Выручка по проекту, тыс. руб.



NPV проекта	7 571
IRR проекта	88%
Доля инвестора	40%
NPV инвестора	1 299
IRR инвестора	61%

Расчет капитализации по формуле Гордона в 8-м году

Денежный поток за 8 год	24 467
Ставка дисконтирования	45%
Капитализация	54 371

Выход на окупаемость 3-4 год

Рисунок 2 - Финансовый план

На основании технико-экономических расчётов можно сделать вывод о том, что организация производства ДМК как линейки

конструктивной теплозвукоизоляции в виде блоков, панелей и плит является перспективной в экономическом плане. Особую выгоду при этом получают лесоперерабатывающие предприятия (потенциальные инвесторы), при условии, что организация производства композита будет организована на их территории и встроена в основную технологическую цепочку (т.к. древесное сырье, часть оборудования и склады уже имеются). Для организации производства потребуются инвестиции на закупку недостающего оборудования, однако в виду того, что технологическая схема производства ДМК является гибкой как в плане количества этапов, так и используемого оборудования – данные затраты можно значительно сократить. Организация производства древесно-минеральной теплоизоляции создаст новые рабочие места, что поможет развитию экономики любого субъекта Российской Федерации, где будет организовано подобное производство. А появление линейки инновационных строительных материалов позволит частично решить проблему доступного и экологичного жилья.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Гранта РФФИ № 18-43-292002.

Список литературы:

10. Жаркая Г.Ф. Рынок доступного жилья в Российской Федерации: состояние и направления регулирования // Вестник Череповецкого государственного университета, 2012, № 3, Т. 1, С. 30–31.
11. Данилов В.Е., Айзенштадт А.М., Махова Т.А. Конструкционная теплоизоляция на основе отходов деревообрабатывающей и горной промышленности // Промышленное и гражданское строительство, 2017, № 1, С. 97–100.
12. Данилов В.Е., Строкова В.В., Айзенштадт А.М. Роль дисперсионных и поляризационных эффектов при формировании древесно-минерального композита на основе тонкодисперсных компонентов // Физика и химия обработки материалов, 2018, № 4, С. 50–56;
13. Данилов В.Е., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., и др. Получение органоминерального наполнителя на основе древесной коры и базальта для разработки композиционных материалов // Строительные материалы, 2015, № 7, С. 72–75.
14. Обзор затрат на строительство и строительные материалы в России [Электронный ресурс].
<https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ru/pdf/2017/01/ru-ru-building-materials-costs.pdf>

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОПЫТА И ПРЕИМУЩЕСТВ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПАРКА «СЕВЕРНЫЙ» ТИПА «ГРИНФИЛД» В ГОРОДЕ БЕЛГОРОДЕ

Байдина О.В., канд. экон. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье представлен аналитический обзор опыта и преимуществ реализации инвестиционно-строительного проекта индустриального парка «Северный» типа «Гринфилд» в городе Белгороде. Выделены преимущества размещения предприятий, описана организационно-финансовая схема взаимодействия участников.

Ключевые слова: инвестиции, преимущества, льготы, эффект, организационно-финансовая схема, промышленный парк.

Промышленный парк «Северный» в городе Белгороде реализован в качестве пилотного проекта для создания благоприятных условий развития промышленности региона при поддержке Правительства Белгородской области и Минэкономразвития РФ.

Реализация проекта индустриального парка типа «Гринфилд» началось в 2008 г. в северной части города Белгорода. Общая площадь земельного участка, предоставленного для создания промышленного парка составляла 24 га. Согласно проекту, на этой территории располагаются помещения общей площадью более 70 тыс. кв. м, и могут одновременно размещаться 30 предприятий. Все здания и сооружения полностью обеспечены основными инженерными коммуникациями и оборудованы подъездными путями.

Предприятия, размещающие на территории индустриального парка свои производственные мощности, имеют следующие преимущества: отсутствие проблем, связанных с оформлением и получением разрешений на размещение промышленного предприятия на данном земельном участке; полное обеспечение производственных предприятий инженерной инфраструктурой; отсутствие необходимости крупных инвестиций в строительство помещений; возможность долгосрочного планирования промышленной деятельности; сокращение временных затрат за счет размещения производственных мощностей и оборудования в промышленном парке.[1]

На сегодняшний день в качестве резидентов индустриального парка «Северный» выступают следующие организации: ООО «ПИК-

ФАРМА ЛЕК», Фасадная компания «ВИД», Группа компаний ВИК, АО «ТОПКОН», ООО «Константа», ООО «ТехноДент», ООО НПО «Водпромтех», ООО «ПКМ-АГРО», ООО «Ням-Ням», ООО «Белфармаком», «Мебельная фабрика Верона», ООО «Пластикс-Групп», ООО «Вист», ООО «Техносапфир».

Размещение производства малых и средних предприятий, зарегистрированных на территории Белгородской области, осуществляется на конкурсной основе. Размещение производится в полностью готовых помещениях общей площадью от 324 до 858 кв.м. Помимо этого, предоставляются следующие льготы: возможность выкупа производственных помещений в течение 3 лет; первоначальный взнос составляет всего 10% от общей суммы; при условии соблюдения графика платежей до окончания выкупа стоимость платежей не меняется; возможность получения субсидий и иных вариантов государственной поддержки согласно региональным программам.[2] Организационно-финансовая схема взаимодействия участников инвестиционно-строительного проекта приведена на рисунке.

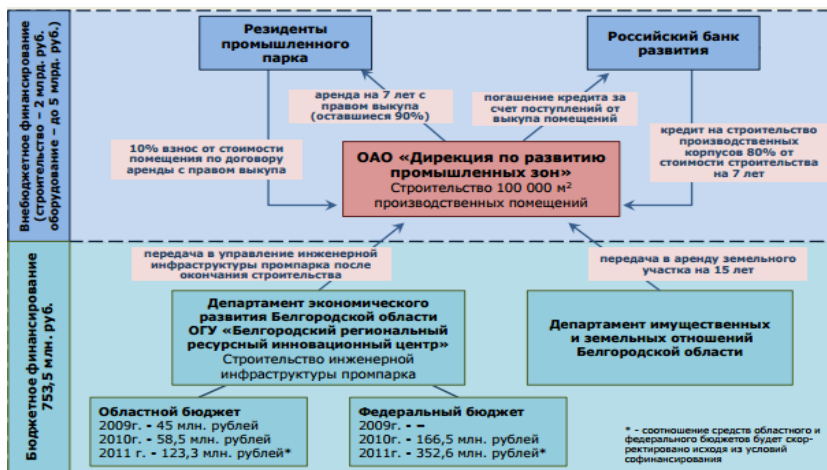


Рисунок - Организационно-финансовая схема реализации инвестиционно-строительного проекта промышленного парка

ПАО «Дирекция по развитию промышленных зон» занимается управлением промышленным парков «Северный» и выполняет следующие функции: координирование взаимодействия резидентов и

государственных фондов поддержки предпринимательства в виде микрофинансирования, грантов, гарантийных фондом и поддержки лизинга; координирование взаимодействия резидентов и исполнителей профильных региональных программ; предоставление в аренду резидентам производственных помещений с последующим выкупом; обеспечение инфраструктурных объектов, включая интернет, цифровую связь, услуги медпункта и общественного питания, охраны, парковочных мест и т.д; лизинг (автотранспорт и оборудование); банковские и юридические услуги; комплексные бухгалтерские услуги; клининговые услуги; услуги курьерской службы. [3]

Таким образом, реализация инвестиционно-строительного проекта - индустриального парка «Северный» позволило повысить региональный уровень производственной деятельности за счет обеспечения благоприятных условий для малых и средних производств региона.

При всех своих достоинствах, промышленный парк «Северный» обладает несколькими недостатками: зависимость успешной деятельности парка и резидентов от рыночной конъюнктуры города Белгорода; недостаточное количество резидентов не смотря на наличие льгот и государственной поддержки; универсальный характер парка не предусматривает размещение всех типов промышленного производства на своей территории.

Реализацию инвестиционно-строительного проекта промышленного парка «Северный» можно признать целесообразной и эффективной, с учетом того, что данный проект являлся первым опытом создания подобного типа объектов в Белгородской области. Таким образом, дальнейшее развитие данного направления модернизации промышленных предприятий позволит учесть основные достоинства и недостатки данного проекта для реализации концептуально новых и более эффективных инвестиционных проектов.

Список литературы:

1. Царев А.А., Абакумов Р.Г. Проблемы и возможности планирования в организации // Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 770-772.
2. Абакумов Р.Г. Постановка проблем теории и практики системы управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 94-103.

3. Абакумов Р.Г., Авилова И.П., Абакумова М.М. Постановка проблем оценки состояния и эффективности воспроизводства жилищного фонда на региональном уровне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 5. С. 110-128.
4. Истомина Е.А., Абакумов Р.Г. Организация платного парковочного пространства в городах России // Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 277-280.
5. Abakumov R.G., Naumov A.E. Building information model: advantages, tools and adoption efficiency // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Simulation and Automation of Production Engineering" 2018. С. 022001.
6. Клименко Д.И., Абакумов Р.Г., Авилова И.П. Модели градостроительного развития агломераций как основа социально-экономического развития государства // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 64-69.
7. Мишина О.О., Абакумов Р.Г., Авилова И.П. Анализ экономической эффективности проекта при разных вариантах очередности строительства объектов в составе комплекса // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 3 (29). С. 105-111
8. Семикина А.Н., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Оптимизация управления инвестиционным проектированием в строительстве на основе корреляционно-регрессивного анализа // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 3 (29). С. 129-135.
9. Абакумов Р.Г., Моргунова О.Н., Крылова Д.Д. специфика ценообразования на рынке недвижимости и оценка влияния местоположения на стоимость недвижимости в городе Белгороде// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 3 (29). С. 5-10.

КЛАССИФИКАЦИЯ РИСКОВ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Жариков И.С., ст. преподаватель,
Мотунова М.С., магистрант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Риски в инвестиционно-строительной деятельности могут возникать вследствие многообразных факторов во внешней и внутренней среде, действий контрагентов и участников строительного процесса. В настоящее время существует огромное множество показателей, описывающих основные свойства рисков, однако множество авторов трактуют те или иные риски по-разному. В статье исследуются существующие классификации рисков, производится их синтез и систематизация.

Ключевые слова: риск, классификация риска, виды рисков, инвестиционный риск, строительный риск.

Инвестиционно-строительная деятельность, как любая другая деятельность, в той или иной мере имеет рисковый характер. На сегодняшний день в практике существует различное множество проявлений риска. Проблема научного обоснования и эффективного управления рисками является весьма злободневной и крайне значительной. Оптимальным путем решения данной проблемы является классификация рисков. Классификация выступает важным инструментом управления рисками, это обусловлено многообразием видов рисков и причин их появления. Научно-обоснованная классификация позволяет структурировать и систематизировать риски, что в дальнейшем облегчает процесс их выявления, помогает подобрать оптимальные методы работы с риском, а также гарантирует выбор эффективного метода управления рисками [4].

Под классификацией рисков понимается разделение рисков на конкретные группы в соответствии с определенными признаками [6]. Многообразие классификаций рисков представляет сложную проблему их систематизации и идентификации. Проблема классификации рисков представлена в работах А.Н. Асаула, И.Т. Балабанова, Л.И. Доронкиной, Р.М. Меркина, Ю.П. Полибратова и других. Однако разные авторы абсолютно по-разному определяют и описывают одни и те же виды рисков.

Как правило, риски инвестиционно-строительной деятельности разделяют на две основные группы: инвестиционные и строительные риски [5].

Инвестиционный риск – риск вероятности частичной либо полной потери инвестируемых средств.

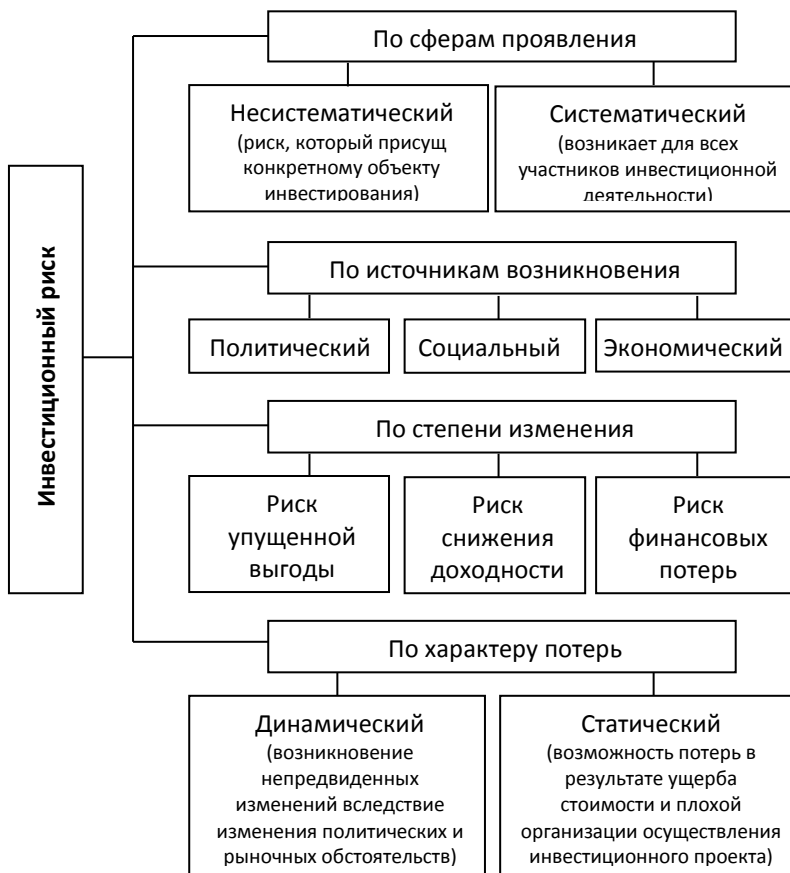


Рисунок 1 - Классификация инвестиционных рисков

Оценка эффективности инвестиционных рисков состоит в выявлении наиболее вероятных типов рисков для конкретного объекта инвестирования [3].

Строительные риски – совокупность рисков, возникающих при

строительно-монтажных работах. К наиболее важным факторам строительных рисков относят: производительность труда и механизмов, качество материалов, изделий и конструкций, а также погодные условия. Их важность обусловлена сложностью мониторинга и контроля на всех этапах производства работ. Отличительной особенностью строительных рисков является то, что риски, определяемые на этапах проекта, крайне редко, могут быть обнаружены и оценены до запуска строительного процесса [1]. Строительные риски напрямую связаны с управленческими рисками.



Рисунок 2 - Классификация строительных и управленческих рисков

При оценке инвестиционно-строительной деятельности необходимо классифицировать риски на внешние и внутренние. Внешние риски связаны с нестабильностью экономической составляющей и ухудшением политической ситуации в стране или регионе, а также с возможностью изменения природно-климатических условий, возникновением стихийных бедствий. Внутренние риски, как правило, связаны с неверно принятыми решениями в производственной, экономической, социальной, инновационной составляющих предприятия (проекта, бизнеса) [2].

Для создания полноценной классификации рисков в строительной деятельности, в первую очередь, необходимо определить признаки, которые можно будет использовать для их идентификации. На первом уровне создания классификации распознаются проблемы, определяются задачи и выделяются риски, подлежащие исследованию. На втором уровне, на основании поставленных целей и задач, а также специфики строительства выделяются рисковые зоны, внутри зон выделяются группы и подгруппы рисков [4].

Все виды рисков взаимосвязаны, и дополняя друг друга, зачастую приводят к более опасным последствиям, чем при одностороннем воздействии какого-либо конкретного риска. Классификация рисков в большинстве своем определяет эффективность управления риском при строительстве. Можно по-разному оценивать и классифицировать риски, исходя из ситуации, целей, опыта специалиста и других факторов.

Отсутствие общепринятой классификации рисков приводит к выводу о том, что важным моментом любой инвестиционно-строительной деятельности является индивидуальный подход к созданию научно-обоснованной классификации, которая позволит определить место каждого риска в общей системе, прогнозировать, предупредить и минимизировать возможность наступления неблагоприятных рисковых событий.

Список литературы:

1. Авилова И.П. Методика количественного учета рисков инвестиционного строительного проекта // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2007. № 3. С. 77-80.
2. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 192 с.

3. Грабовый П. Г. Проблемы управления рисками в экономической деятельности строительных организаций: Автореф. дис. д-ра. экон. наук. – М., 1996. – 44с.
4. Доронкина Л.Н. Управление инвестиционными рисками в строительстве: автореф. дис. д-ра экон. наук. – М., 2007. – 42 с.
5. Жариков И.С., Губарев С.А., Желевский А.В. Обзор рисков инвестиционно-строительных проектов // Вестник научных конференций №1-1 (5). Издательство: ООО "Консалтинговая компания Юком" (Тамбов). 2016 С.36-40.
6. Лепешкина М.Н. Методологические аспекты оценки рисков// Менеджмент в России и за рубежом. 2001. №6.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ КПК «КОНПРОК»

Сыркина Я.В., ст. преподаватель

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье анализируется применение процесса модернизации городских территорий на примере КПК «КОНПРОК». Проанализирована структура процесса реконструкции городских территорий. Обоснована необходимость и актуальность проведения мероприятий по реконструкции деградирующих территорий КПК «КОНПРОК». Предложена концепт-схема реконструкции и описан механизм выбора оптимального варианта реконструкции.

Ключевые слова: инвестиции, модернизация, реконструкция, городские территории преимущества, льготы, эффект, организационно-финансовая схема, промышленный парк.

Концепция устойчивого развития городских территорий основывается на принципах создания наиболее благоприятных условий для дальнейшего социального, экономического и экологического развития города, рациональном использовании доступных сырьевых, земельных и других ресурсов. [1] В процессе градостроительного планирования и развития городских территорий также стремятся к соблюдению данных принципов, включая проекты реконструкции и обновления деградирующих земельных участков, объектов недвижимости жилого назначения и промышленных зон.

Структура процесса реконструкции городских территорий представлена на рисунке 1.

Использование концепции устойчивого развития для модернизации и реконструкции производственных комплексов влияет на «экологический имидж» города за счет снижения уровня загрязнения, полного или частичного обновления и благоустройства территории, а также непосредственно на деятельность промышленного предприятия, изменяя организационно-управленческую структуру и материально-техническую базу для достижения максимальной эффективности производства. [2]



Рисунок 1 - Блок-схема процесса реконструкции городских территорий

В современных условиях социально-экономического развития и непрерывного роста города одним из важнейших и неотъемлемых условий городского и регионального планирования является реконструкция и реновация деградирующих территорий.[3] Причем

прогрессивное понимание и реализация процессов реконструкции относятся не только к устаревшим частям города, но и к относительно новым постройкам. Однако первоочередной задачей является инфраструктурное преобразование именно промышленных территорий.

В качестве примера рассмотрения был выбран КПК «Конпрок», расположенный по адресу г. Белгород, ул. Пугачева, д. 5. На сегодняшний день КПК «Конпрок» использует только часть территории, сократив и автоматизировав большую часть оставшегося производства.

Поскольку территория промышленного предприятия находится в непосредственной близости от исторического и делового центров г. Белгорода, разрабатываются проекты по улучшению городской среды, в том числе, за счет благоустройства набережной р. Везелка и реконструкции деградирующих территорий консервного завода. С учетом факта нарушения санитарно-защитной зоны, негативного влияния деятельности на экологическое состояние водоема, прилегающей территории и местных жителей, а также деградации большей части площадей, принадлежащих предприятию, предлагается вынести КПК «Конпрок» за черту города. Концепт-схема реконструкции представлена на рис. 2. Графически проект реконструкции промышленного предприятия можно представить следующим образом:



Рисунок 2 - Концепт-схема реконструкции КПК «Конпрок»

На рис. 3 представлен алгоритм выбора оптимального варианта реконструкции.

В результате переноса КПК «Конпрок» решаются несколько важнейших задач: применения новых организационных форм к управлению предприятием для достижения максимальной эффективности его деятельности; улучшение состояния окружающей среды за счет сокращения и «удаления» неблагоприятных факторов и воздействий; модернизация городского пространства, благоустройство

заброшенных и деградирующих территорий; улучшение социально-экономического положения местных жителей. [4]



Рисунок 3 - «Выбор оптимального варианта реконструкции»

Таким образом, реализация проекта модернизации и реконструкции КПК «Конпрок» возможна согласно национальному стандарту о создании индустриальных парков «гринфилд» и «браунфилд». Поскольку главной задачей является перенос действующего предприятия, наиболее оптимальным вариантом является создание индустриального парка типа «гринфилд». Таким образом, угасающее промышленное предприятие получает «вторую жизнь», а план перспективного развития и использование принципов частного и государственного партнерства способствует привлечению инвестиций и созданию эффективного производства, отвечающего современным требованиям эффективности и безопасности. [5]

Список литературы:

1. Абакумов Р.Г. Постановка проблем теории и практики системы управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 94-103.
2. Истомина Е.А., Абакумов Р.Г. Организация платного парковочного пространства в городах России // Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 277-280.
3. Abakumov R.G., Naumov A.E. Building information model: advantages, tools and adoption efficiency // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Ser. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Simulation and Automation of Production Engineering" 2018. С. 022001.
4. Клименко Д.И., Абакумов Р.Г., Авилова И.П. Модели градостроительного развития агломераций как основа социально-экономического развития государства // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 64-69.
5. Мишина О.О., Абакумов Р.Г., Авилова И.П. Анализ экономической эффективности проекта при разных вариантах очередности строительства объектов в составе комплекса // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 3 (29). С. 105-111.

СУЩНОСТЬ ПОНЯТИЯ «ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА»

Тарасов А.С., ассистент

*Донбасская национальная академия
строительства архитектуры*

Аннотация. Целью статьи является исследование понятия «организационно - экономический механизм функционирования предприятий строительного комплекса», его видов и форм. В статье анализируется структура организационно - экономического механизма и на основе анализа составляющих приведено определение понятия «организационно-экономический механизм функционирования предприятий строительного комплекса».

Ключевые слова: организационно - экономический механизм, хозяйственный механизм, рост экономического потенциала, методы, рычаги.

Формулировка проблемы. В настоящее время, когда экономическая система государств довольно сложна и многогранна, технологический прогресс стремительно развивается в целом, в том числе и в строительной сфере. При разработке и выпуске строительных материалов и конструкций, а также в инвестиционно - строительных процессах накапливаются системные проблемы и задачи, которые не всегда удается решать в оперативном порядке, а это в свою очередь приводит к торможению производственных процессов. Данные проблемы возникают, чаще всего, в связи с использованием устаревшей материально - технической базы строительства, недостаточным уровнем отечественного технико - технологического и инновационного потенциалов строительных предприятий, зависимостью от зарубежного опыта, высокой динамикой развития социальных, производственных отношений, и как следствие, отсутствием инновационных возможностей сохранения и ускорения темпов роста строительного производства. Несмотря на достаточное количество проблем в строительстве, решение возможно найти в области использования резервов повышения эффективности деятельности строительных предприятий, рассматривая актуальность исследования и использования разных вариантов организационно - экономических механизмов функционирования этих предприятий. Предприятия и организации в строительстве должны быть подготовлены и иметь в резерве рычаги и методы, которые смогут

удержать и повысить их рентабельность и позволит выйти на новый уровень развития.

Цель статьи. Является обоснование понятия «организационно – экономический механизм функционирования предприятий строительного комплекса» и рассмотрение его теоретико-методологических аспектов.

Результаты исследования. Для достижения цели исследования определимся с понятиями и разработками, которыми ранее занимались многие отечественные и зарубежные ученые. Перед тем как рассмотреть понятия «организационно - экономический механизм», нужно исследовать каждое составляющее этого понятия по отдельности: «экономический механизм», «хозяйственный механизм», которые являются составными частями организационно- экономического механизма.

Термин «экономический механизм» напрямую связан с построением экономической системы и ее усовершенствованием. Без четкого и отлаженного механизма функционирования экономика как государства, так и отдельного взятого предприятия любой отрасли придет в упадок. На сегодняшний день понятие «экономический механизм» имеет различные определения. Павлова Л.Н. указывает в своих исследованиях, что экономический механизм включает следующие элементы: планирование и прогнозирование, организацию общественного процесса, экономическое стимулирование, ценообразование, финансово-кредитный механизм [1]. Дьяченко О. Г., Ходос Д. В., Иванов С. Г., Форма проявления рыночных законов, обуславливающих развитие субъектов хозяйствования в рамках производственной системы, основой формирования которой выступает программная политика государства [2]. По мнению Загородний А. Г. экономический механизм - совокупность взаимосвязанных рычагов и методов планового воздействия на производство, обмен, распределение и потребление продуктов. Это составляет сущность экономического механизма [3].

На основе вышеприведенных определений, целесообразно сделать следующее авторское определение: экономический механизм – это порядок последовательных, взвешенных управленческих решений, при которых рост рентабельности является закономерным фактом.

В свою очередь понятие «хозяйственный механизм» большинство авторов трактует с различных сторон. Деревянко О. В. рассматривает, как способ функционирования хозяйственной системы (не зависимо от ее размера), в основе которой лежит определенная совокупность

производственных отношений[4]. Ломакина И.Л., понимает «хозяйственный механизм» как способ хозяйствования со свойственными ему отношениями, формами и методами воздействия на производство, организационной структурой управления и условиями привлечения людей к труду[5]. Райзберг Б.А. в своем понятии «хозяйственный механизм» делает акцент на совокупность организационных структур и конкретных форм и методов управления, а также правовых норм с помощью которых реализуются в конкретных условиях экономические законы, процесс воспроизводства [6].

На основе вышеприведённого анализа понятия хозяйственный механизм, можно обобщить и предложить следующее определение: хозяйственный механизм – конкретные экономические методы, которые выступают в виде экономических форм: планирование, управленческие решения, правовые нормы, которые влияют на развитие экономической системы в определенный временной период, согласно внешних и внутренних обстоятельств.

Далее проанализируем исследования Удальцовой, Н.Л. которая в своих работах рассматривает организационно - экономический механизм как важную составную часть всего хозяйственного механизма и может быть определен, как совокупность организационно-экономических структур и уровней управления, включающих законодательные, финансово - экономические и организационно - административные методы воздействия, обеспечивающие непрерывное развитие объекта на основе принципов целенаправленности, системности, комплексной реализации потенциала, 72 адаптивности, согласованности интересов взаимодействующих субъектов, инновационность [7]. Кухарук А.Д., имеющая возможность самоуправления система организационных и экономических средств своевременного влияния на объект с целью изменения его состояния или реакции на факторы внешней среды [8].

Выводы. Вышеприведенный анализ различных подходов к определению понятия «организационно - экономический механизм функционирования предприятий строительного комплекса» показал, что это универсальная система, целью которой является координация между собой производственных процессов и современных экономических методов воздействия для создания эффективного аппарата управления, следуя которому рентабельность строительного производства будет стремиться к максимуму. В строительной отрасли, которая обладает непростой взаимосвязью между участниками

инвестиционно-производственного процесса, необходимо создавать оптимальные условия для всех участников строительного процесса. Наличие и применение «организационно-экономического механизма функционирования предприятий», позволит избежать принятия ошибочных решений в строительной отрасли.

Список литературы:

1. Павлова Л. Н. Финансы предприятий: Учебник для вузов. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. – 639 с.
2. Ходос Д.В., Иванов С.Г., Дьяченко О.Г. Экономический механизм развития АПК региона / Д.В. Ходос, С.Г. Иванов, О.Г. Дьяченко // Вестник Крас-ГАУ. – 2013. – № 12. – С. 24-28.
3. Загородний А. Г. Финансово-экономический словарь / А. Г. Загородний. Г. Л. Возник - М.: Знания, 2007. - 1072 с
4. Деревянко О. В. Организационно-экономический механизм планирования бизнес-процессов предпринимательских структур: дис.... канд. экон. наук: 08.00.05 / О. В. Деревянко. – СПб.. 2004. – 156 с.
5. Ломакина И.Л. Методологические основы формирования организационно-экономического механизма управления предприятием / И.Л. Ломакина // Труды Дальневосточного государственного технического университета, 2007.-С. 185-188.
6. Райзберг Б. А., Лозовский Л. Ш., Стародубцева Е. Б. Современный экономический словарь. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2007. — 495 с.
7. Удальцова, Н.Л. Организационно-экономический механизм функционирования отрасли национальной экономики / Н.Л. Удальцова. // Экономические науки. – 2012. – 6(91). – С. 94-98.
8. Кухарук А.Д. Содержание организационно-экономического механизма повышения конкурентоспособности предприятия. / А. Д. Кухарук // Вестник КемГУ. – 2013. – № 2 (54). – С. 283-287.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СИСТЕМЫ НАЛОГООБЛОЖЕНИЯ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Товстий В.П., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Статья посвящена особенностям выбора системы налогообложения в текущей деятельности строительной организации. Описаны преимущества и недостатки существующих систем налогообложения для строительных организаций. Предложен алгоритм выбора и обоснования применения конкретной системы налогообложения и вариантов налоговой оптимизации.

Ключевые слова: налогообложение в строительстве, оптимизация налогообложения, система налогообложения, алгоритм выбора.

Налогообложение в строительстве всегда связано с необходимостью выбора системы налогообложения и способов налоговой оптимизации. Налоговые платежи, перечисляемые строительными организациями, являются обязательными и безвозмездными платежами, которые они вынуждены платить в бюджет для обеспечения деятельности государства.[1]

Проблем выбора системы налогообложения в деятельности строительной организации возникает с момента ее регистрации и продолжает ее беспокоить вплоть и до ликвидации.

При регистрации строительной организации необходимо сразу заявить о выбираемой к применению системе налогообложения. В заявлении на постановку на налоговый учет строительной организации предлагается сделать выбор между общей системой, которая будет применяться даже если строительная организация не осуществит самостоятельный выбор, то есть априори и специальными режимами. При выборе специальных режимов предлагаются: упрощенная система налогообложения (УСН), при этом необходимо выбрать один вариант из двух предложенных - налогообложение по доходам или налогообложение доходы минус расходы.[2]

В таблице представим наглядную характеристику систем налогообложения предложенных для выбора строительным организациям в рамках налогового регулирования их деятельности.

Таблица - Характеристика систем налогообложения возможных к применению в строительных организациях

Система	Применяют	Облагается	Ставки	Периоды
общая	все без ограничений	прибыль, добавленная стоимость, стоимость имущества	для прибыли 20%, для добавленной стоимости 20%, для имущества 2,2%	квартал, календарный год
упрощенная «по доходам»	установлены ограничения по доходу, количеству работников и др.	доход	6%	квартал, календарный год
Упрощенная «доходы минус расходы»	установлены ограничения по доходу, количеству работников и др.	разница между полученным и доходами и доказанным и обоснованными расходами	15%, ставка минимально го налога равна 1%.	квартал, календарный год

Строительной организации необходимо проанализировать большое количество факторов для принятия правильного управленческого решения в области оптимизации налогообложения. От правильного выбора системы налогообложения будет зависеть налоговая нагрузка, а следовательно и финансовые результаты строительной организации.

Руководству строительной организации следует определиться с критериями выбора. [3]

Первым критерием является вид и объемы деятельности. При выборе общего режима налогообложения строительная организация может вести бизнес любого направления и любых объемов. В случае выбора специального режима необходимо постоянно следить о соответствии деятельности строительной организации по выручке, численности занятых сотрудников, стоимости имущества. Необходимо учитывать, что применение упрощенных вариантов налогообложения

существуют ограничения и запреты по направлениям хозяйственной деятельности который определен в статье 346.12 НК РФ.

Вторым критерием выбора является количество работников в строительной организации. Среднесписочная численность работников при применении упрощенной системы не может быть больше 100 человек. В случае его превышения строительная организация автоматически переводится на общий режим.[4]

Третий критерий - необходимость работы с налогом на добавленную стоимость. Строительная организация должна определиться с целевой аудиторией и основными покупателями. Если это организации на общем режиме, им выгоднее работать если строительная организация выставляет счета-фактуры, то есть строительная организация должна применять общий режим.

Четвертым критерием является регулярность деятельности и получения доходов. При выборе упрощенной системы «доходы минус расходы» строительной организации необходимо учитывать необходимость уплаты минимального налога, даже если расходы превышают доходы. При общей системе налогообложения такого ограничения нет, даже предусмотрена возможность перенесения убытков на 10 лет.[5]

Пятым критерием является ожидаемый годовой доход строительной организации. При выборе упрощенной системы налогообложения строительной организации устанавливается лимит на получения доходов, который ежегодно пересматривается.

Применение упрощенной системы налогообложение для строительной организации связано с большим количеством ограничений, но позволяет минимизировать налоговые платежи. Причем выбор объекта налогообложения «доходы» экономит больше денег для строительной организации, чем объект налогообложения «доходы минус расходы», но только тогда, когда доходы и расходы не столь высоки, то есть не находятся на грани. Если расходы и доходы у строительной организации не имеют строго заданного интервала и связаны только с наличием заказов, целесообразно выбрать общую систему налогообложения.[6]

Строительным организациям, работающим с юридическими лицами, применяющими общий режим, выгоднее применять общую систему налогообложения. Если же строительная организация работает преимущественно с физическими лицами, например, занимается индивидуальным жилищным строительством, то только целесообразно осуществить выбор в пользу упрощенной системы налогообложения.

Список литературы:

1. Абакумов Р.Г. Налоги и налогообложение в банковском секторе экономики: Учебное пособие. – Белгород: Кооперативное образование, 2008. – 222 с.
2. Абакумов Р.Г. Налогообложение организаций финансового сектора экономики: Учебное пособие. – Белгород: Кооперативное образование, 2008. – 255 с.
3. Абакумов Р.Г. Налогообложение физических лиц: Учебное пособие. – Белгород: Кооперативное образование, 2008. – 224 с.
4. Абакумов Р.Г. Налогообложение бюджетных и некоммерческих организаций: Учебное пособие. – Белгород: Кооперативное образование, 2008. -289 с.
5. Абакумов Р.Г. Оценка финансово-кредитных институтов: Учебное пособие. - Белгород: Издательство БУПК, 2010. – 293 с.
6. Абакумов Р.Г. Налогообложение организаций финансового сектора экономики: Учебное пособие - Белгород: Издательство БУКЭП, 2012. -301 с.
7. Абакумов Р.Г. Налогообложение некоммерческих организаций: Учебное пособие.- Белгород: Издательство БУКЭП, 2012. -369 с.
8. Абакумов Р.Г. Кондрашов С.Н. Налоговые преступления в составе финансовых преступлений // Молодые ученые – российской кооперации: Материалы международной студенческой научной конференции 24-25 апреля 2008 года: В 2 ч. – Белгород: Кооперативное образование, 2008. – Ч. 1. – 432 с.
9. Абакумов Р.Г., Сурма Е.П. Особенности применения льгот по транспортному налогу в учреждениях силовых министерств и ведомств // Наука кооперация: проблемы и пути развития Материалы международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов. 2011. С. 15-16.
10. Абакумов Р.Г., Абакумова М.М. Перспективы развития научно-методологических основ подготовки конкурентоспособных специалистов в области строительной-технической и оценочной экспертизы // Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных условиях. Сборник материалов X Юбилейной Международной заочной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова: в 2 частях. 2018. С. 12-20.
11. Abakumov R.G., Naumov A.E. Building information model: advantages, tools and adoption efficiency // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Simulation and Automation of Production Engineering" 2018. С. 022001.
12. Будько М.А., Абакумов Р.Г. Актуальные вопросы начисления налога на имущество физических лиц в условиях дефицитности

- муниципальных бюджетов // Молодежь и научно-технический прогресс Сборник докладов XI международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 97-101.
13. Царев А.А., Абакумов Р.Г. Проблемы и возможности планирования в организации // Молодежь и научно-технический прогресс. Сборник докладов IX международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2018. С. 770-772.
 14. Абакумов Р.Г. Постановка проблем теории и практики системы управления воспроизводством жилищного фонда на региональном уровне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 94-103.
 15. Абакумов Р.Г., Авилова И.П., Абакумова М.М. Постановка проблем оценки состояния и эффективности воспроизводства жилищного фонда на региональном уровне // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 5. С. 110-128.
 16. Абакумов Р.Г. Направления инновационного развития управления воспроизводством основных средств в организациях системы потребительской кооперации // Социально-экономические проблемы инновационного развития. Материалы III международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, посвящается Международному году кооперативов в 3-ех частях. Воронеж, 2012. С. 15-17.
 17. Абакумов Р.Г. Проблемы управления воспроизводством основных средств организации // Общество в эпоху перемен: формирование новых социально-экономических отношений. Материалы III международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов. 2012. С. 288-290.

ВЛИЯНИЕ НАЛОГОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЦЕНООБРАЗОВАНИЕ ДЛЯ МАЛОГО ПОТРЕБИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Филонич В.В.¹, д-р. экон. наук, профессор,

Сигуа В.Т.², ассистент,

Черниговцева Е.А.², магистрант,

Ледовская О.В.², магистрант

¹*Ростовский государственный экономический
университет (РИНХ)*

²*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В статье проведена сравнительная характеристика налогов и сборов в Российской Федерации и Донецкой Народной Республике. Исследована методика расчета добровольной цены для малого потребителя электроэнергии, что позволило установить влияние налогового регулирования на особенности ценообразование для малого потребителя электроэнергии на свободном рынке.

Ключевые слова. Налог, сбор, налоговое регулирование, конкуренция, ценообразование, электроэнергия, свободный рынок.

В контексте активизации международного сотрудничества на электроэнергетическом рынке и имплементации законодательства Российской Федерации в европейское пространство, исследование зарубежного опыта ценообразования для потребителей электроэнергии в контексте налогового регулирования является актуальным.

В Российской Федерации основным документом, регулирующим отношения в сфере налогообложения, является Налоговый кодекс [1], который устанавливает систему налогов и сборов, страховые взносы, а также принципы налогообложения и сборов в Российской Федерации.

Определения понятия налога в соответствии с Налоговым кодексом РФ аналогично понятию налога в соответствии с Законом «О налоговой системе Донецкой Народной Республики» [2] с позиций обязательного, индивидуально безвозмездного платежа, который взимается с организаций и физических лиц в форме отчуждения принадлежащих им на праве собственности, хозяйственного ведения или оперативного управления денежных средств в целях финансового обеспечения деятельности государства и (или) муниципальных образований [1].

Под сбором согласно НК РФ [1], понимается обязательный взнос, взимаемый с организаций и физических лиц, уплата которого является

одним из условий совершения по отношению к плательщикам сборов государственными органами, включая предоставление прав или выдачу лицензий. Уплата сбора может быть обусловлена осуществлением на территории введения сбора отдельных видов предпринимательства.

Рассмотрим виды налогов и сборов установленные НК РФ и Законом «О налоговой системе» ДНР в таблице 1.

Таблица 1 - Система налогов и сборов, установленных в Российской Федерации и Донецкой Народной Республике

Налоги и сборы, установленные на территории РФ			Налоги и сборы в ДНР
Федеральные	Региональные	Местные	Налог на прибыль
Налог на добавленную стоимость	Налог на имущество организаций	Земельный налог	Акцизный налог
Акцизы	Налог на игорный бизнес	Налог на имущество физических лиц	Экологический налог
Налог на доходы физических лиц	Транспортный налог	Торговый сбор	Сбор за транзит, продажу и вывоз отдельных видов товаров
Налог на прибыль организаций			Плата за пользование недрами
Налог на добычу полезных ископаемых			Сбор за специальное использование воды
Водный налог			Налог с оборота
Сборы за пользование объектами животного мира и за пользование биологических ресурсов			Сбор на развитие виноградарства, садоводства и хмелеводства
Государственная пошлина			Подходный налог
Налог на дополнительный доход от добычи углеводородного сырья			Плата за землю
			Упрощенный налог

Сравнив приведенный выше перечень налогов и сборов (таблица 1), установленных на территории РФ и ДНР, можно сказать, что основным отличием является масштаб действия налогов и сборов. Считаем, что не могут использоваться одинаковые налоговые системы на территории в 17 125 191 км² и на территории 8 538,9 км². Однако есть и общие черты, например, как в Российской Федерации, так и в Донецкой Народной Республике – для автоматизации процесса налогового регулирования, используется определенный информационный ресурс, называемый личным кабинетом плательщика. Он размещается на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, уполномоченного по контролю и надзору в области налогов и сборов (для РФ) и на официальном сайте Министерства доходов и сборов ДНР в

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». Личный кабинет используется для реализации налогоплательщиками и налоговыми органами своих прав и обязанностей, установленных законодательством.

В контексте глобализационных процессов и развития российско-испанских отношений на международном рынке электроэнергетики, целесообразно рассмотреть влияние налогового регулирования на ценообразование для малого потребителя электроэнергии.

В 2013 году Испания начала рыночную реформу, направленную на ликвидацию тарифного дефицита, что увенчалось принятием нового закона об электроэнергетике с целью гармонизации регулирования с остальным Евросоюзом и сокращения государственного вмешательства. Согласно реформационным процессам произошли изменения в области установления цены на электроэнергию для малого потребителя, а также отдельное внимание уделяется месту налогов и сборов в структуре цены.

Добровольная цена для малого потребителя электроэнергии – это максимальная эталонная цена, которую могут нанять потребители мощностью до 10 кВт, которые хотят использовать данный режим в процессе двухсторонних переговоров с маркетологом.

Расчет добровольной цены для малого потребителя электроэнергии (PVPC) должен осуществляться с учетом принципа достаточности дохода, благосостояния и содействию развития рыночной конкуренции. Добровольная цена рассчитывается с добавлением соответствующих сборов за доступ и сопутствующих сборов, затрат на электроэнергию и регулируемых затрат на управление бизнесом.

Основным отличием в методологии расчета добровольной цены для малого потребителя является то, что стоимость производства электроэнергии определяется на основе дневной и внутрисуточной цены на рынках в течение периода, на который рассчитывается фактура [3]. До вступления данного указа стоимость производства была определена априори на основе метода расчета, предусмотренного в предыдущих правилах, с учетом результатов аукционов CESUR (рисунок 1).

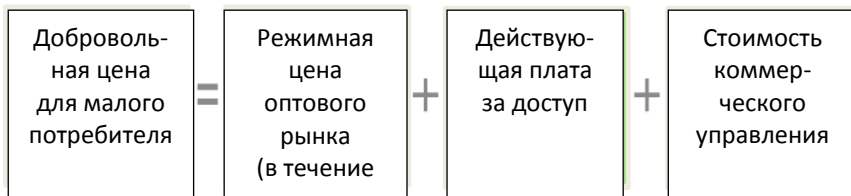


Рисунок 1 – Расчет добровольной цены для малого потребителя электроэнергии

Поведение малого потребителя электроэнергии на свободном рынке выглядит следующим образом (рисунок 2).

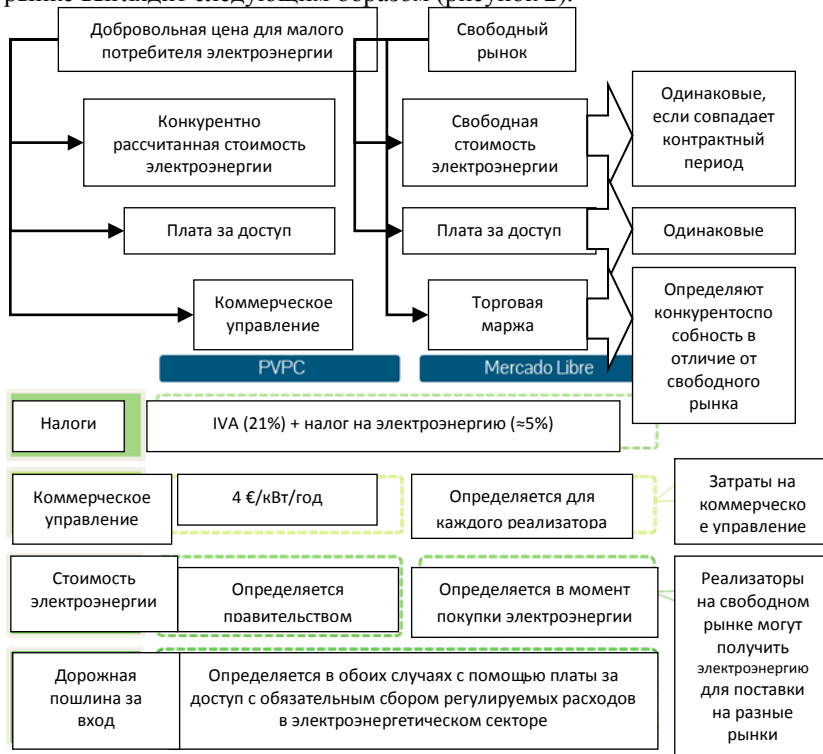


Рисунок 2 – Влияние налогового регулирования на ценообразование для малого потребителя электроэнергии на свободном рынке

В испанском секторе электроснабжения существуют три способа, с помощью которых маркетологи поставляют энергию потребителям:

1. Эталонная поставка. Добровольная цена для малого потребителя (PVPC), которая представляет собой расчетную цену от электросети, которая формируется на основе дневной и внутрисуточной цены на рынках в течение периода, к которому относится фактурирование, и путем применения профиля среднего потребителя.

2. Годовая фиксированная цена на регулируемом рынке, которая предлагается некоторым маркетологом.

3. Контрактация на либерализованном рынке путем свободного найма маркетолога.

4. Поставка последнего ресурса: поставка, которая применяется к:

- уязвимым группам потребителей;
- потребительским группам, не отвечающим требованиям для применения РVРС и которые временно не имеют действующего договора на поставку с маркетологом на свободном рынке.

В фактуре на расчет потребленной электроэнергии указывается расчетный период, подключенный тариф, потребленные кВт/часы, специальный налог на электроэнергию, оплату аренды счетчика (т.к. он был предоставлен и установлен самой компанией), НДС, итоговая сумма, а также среднесуточное потребление (рисунок 3) [4].

В структуре тарифа на электроэнергию 50% – это потребленная электроэнергия, все остальное – налоги, сборы и пошлины (рисунок 3).

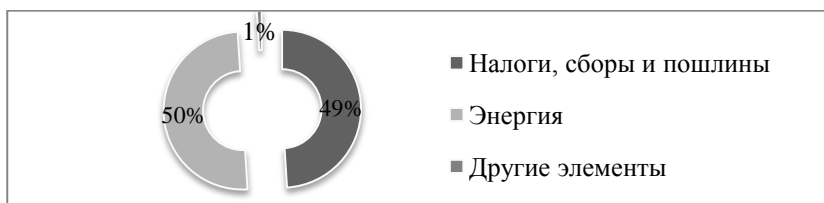


Рисунок 3 – Место налогов, сборов и пошлин в структуре тарифа для малого потребителя электроэнергии

Таким образом, в результате проведения структурной реформы энергетического сектора финансовая устойчивость и стабильность системы электроснабжения достигается за счет корректировки нулевого дефицита увеличением сборов за доступ к электрической энергии, а также создание защитных механизмов для малых уязвимых потребителей, обеспечивающих стабильную и доступную цену на электроэнергию.

Список литературы:

1. Налоговый кодекс Российской Федерации. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.zakonrf.info>
2. Закон «О налоговой системе Донецкой Народной Республике». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dnrsovet.su/zakon-o-nalogovoj-sisteme-donetskoj-narodnoj-respubliki/>

3. Системный администратор Единой энергетической системы. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://so-ups.ru/>
4. Energia y Sociedad «Manual de la Energia: Electricidad». – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/2-2-el-marco-normativo-espanol/>

4. ГЕОНИКА. ГЕОМИМЕТИКА – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ УСКОРЕНИЯ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

**Айменов Ж.Т., д-р техн. наук, профессор,
Сарсенбаев Б.К., д-р техн. наук,
Айменов А.Ж., доктор PhD,
Сарсенбаев Н.Б., доктор PhD,
Алдияров Ж.А., канд. техн. наук,
Сауганова Г., магистр ест. наук**
*Южно-Казахстанский государственный
университет им. М.Ауэзова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc0ea35d7.47417787

Аннотация. Рассмотрены энергосберегающие методы ускорения твердения бетона в изделиях и конструкциях, а также использование методов комбинированной гелиотермообработки бетона в условиях сухого и жаркого климата Южного региона Казахстана для обеспечения условий «зеленого строительства».

Ключевые слова: полигон, теплоизолирующее покрытие, дублирующий источник тепловой энергии, гелиоформы.

Производство бетонных работ требует большое количество тепловой энергии, особенно технологический передел по ускорению твердения бетона. В НИИЖБе были разработаны и внедрены в производство несколько эффективных способов тепловой обработки бетона с использованием солнечной энергии [1]. Большой интерес представляет гелиотермообработка с применением светопрозрачных теплоизолирующих покрытий СВИТАП, в различных комбинациях. Это позволяет, например, при комбинированной гелиотермообработке, на полигонах круглогодичного действия производить железобетонные изделия.

Каждый из применяющихся методов гелиотермообработки бетона имеет свои достоинства и недостатки, с учетом которых и определяется целесообразная область их применения [2].

Еще одним направлением использования солнечной энергии для тепловой обработки бетона можно считать применение гелиоформ с различными светопрозрачными и солнцезащитными покрытиями.

Гелиотермообработка железобетонных изделий в гелиоформах с применением таких покрытий была разработана в конце 70-х годов на основании исследований, проведенных в НИИЖБ и во ВНИПИТеплопроекте.

В числе ученых, внесших большой вклад в развитие этого способа гелиотермообработки, следует отметить Б.А.Крылова, И.Б.Заседателя, Е.Н.Малинского и др. [3].

Сущность гелиотермообработки заключается в том, что прогреваемое в форме изделие выполняет функции гелиоприемника, при этом твердеющий бетон является поглощающим и аккумулирующим элементом, а крышка, с определенными светотехническими и теплотехническими параметрами, выполняет роль прозрачного покрытия гелиоформ [4]. Предложены и апробированы различные способы гелиотермообработки бетона с использованием светопрозрачных и солнцезащитных покрытий. Одним из наиболее простых и эффективных способов ускоренного твердения бетона с использованием солнечной энергии, нашедших достаточно широкое применение на практике, является тепловая обработка изделий из тяжелого бетона в гелиоформах со светопрозрачными и теплоизолирующими покрытиями (СВИТАП). Она предусматривает применение гелиоформ, состоящих из двух основных элементов: собственно металлической, деревянной или железобетонной формы и гелиопокрытия СВИТАП, представляющего собой конструкцию из нескольких слоев светопрозрачного материала с организованными воздушными прослойками между ними, параметры которого должны обеспечивать, с одной стороны, максимальное использование энергии солнечной радиации для прогрева бетона, а с другой - аккумуляцию тепла в изделии на несолнечное время суток.

Для эффективной реализации такой гелиотермообработки потребовалось создание герметизированной воздушной прослойки определенных размеров между гелиопокрытием и свежеложенным бетоном, параметры которой определяются как с позиций формирования физической структуры бетона, так и теплофизическими соображениями. При устройстве воздушной прослойки над свежеложенным бетоном создается замкнутая среда, насыщенная в процессе гелиотермообработки водяными парами, характеризующаяся высокой относительной влажностью и обеспечивающая благоприятные условия для твердения бетона.

Внедренная на ряде заводов по выпуску железобетона гелиотермообработка с применением покрытий СВИТАП оказалось весьма удачным.

Этот метод гелиотермообработки в регионах с жарким климатом позволил отказаться в течение 5-6 месяцев в году (для ряда плитных изделий) от традиционного пропаривания или тепловой обработки, с применением других теплоносителей; снизить потребность в воде, используемой для создания насыщенного водяного пара; создавать сезонные полигоны для тепловой обработки бетона с использованием солнечной энергии; создавать экологически чистую среду для производства; и при всем этом, обеспечить суточный цикл производства изделий. Однако для гелиотермообработки с применением покрытий СВИТАП необходимы гелиокрышки, требующие постоянного ухода за светопрозрачными вкладышами.

Большой универсальностью обладает разработанный в НИИЖБе Б.А. Крыловым, Е.Н. Малинским, И.В. Быковой и В.П. Рыбасовым способ гелиотермообработки бетона с использованием влагонепроницаемых (образуемых пленкообразующими составами) покрытий в сочетании со съемной теплоизоляцией.

Сущность этого способа заключается в нанесении на отформованные изделия влагонепроницаемых покрытий. Изделия прогреваются за счет поглощения солнечной радиации и экзотермии цемента в течение светового дня, затем изделия теплоизолируются и выдерживаются в термосных условиях до приобретения бетоном требуемой прочности. Данный способ характеризуется высокой эффективностью и оперативностью внедрения в производство. Для его реализации практически не требуется дополнительной оснастки и специального оборудования, а для нанесения пленкообразующих составов можно с успехом использовать оборудование, применяемое в строительстве для отделочных работ. Этот способ особенно эффективно использовать в жаркие летние месяцы, когда влажность среды низкая и испарения из бетона происходят очень быстро.

Однако для интенсивного твердения бетона при использовании солнечной энергии одного пленкообразующего состава недостаточно. Поэтому авторами был разработан способ гелиотермообработки железобетонных изделий в светопрозрачных камерах из полимерных материалов с использованием пленкообразующих составов для условий сухого жаркого климата Республики Казахстан. Основные требования, которые предъявляются к пленкообразующим составам — это нетоксичность, экологическая безвредность, пожаро и

взрывобезопасность. Этим требованиям соответствуют использованные в исследованиях эффективные вододисперсионные пленкообразующие составы (ВПС). Данный способ гелиотермообработки железобетонных изделий в светопрозрачных камерах под пленкообразующим составом может использоваться в условиях открытых цехов и полигонов в районах СНГ, расположенных южнее 50 северной широты. Этот способ обеспечивает получение бетона высокого качества с требуемой распалубочной или отпускной прочностью при значительной экономии топливно- энергетических ресурсов. Толщина гелиообрабатываемых изделий от 100 до 400 мм из тяжелого бетона класса В 12,5 и выше.

Несмотря на реализацию различных мероприятий по увеличению сезонного периода эксплуатации гелиополигонов и расширению номенклатуры изготавливаемых изделий для жилищного и промышленного строительства, гелиотермообработка остается сезонной. Для обеспечения круглогодичного применения гелиотехнологии необходимо, использование совместно с солнечной энергией дополнительно дублирующих источников тепловой энергии, то есть комбинированная гелиотермообработка изделий. Разделение источников теплоснабжения гелиоформ на дополнительные и дублирующие условно, но оно принято для конкретизации роли источника энергии и некоторых особенностей его применения при тепловой обработке изделий. Использование дополнительных источников, которые обязательно сочетаются с действием солнечного излучения, призвано компенсировать дефицит солнечной энергии для тепловой обработки изделий по суточному циклу их производства, как правило, в весенне-осенний периоды года на основе их оперативного регулируемого включения. Предпочтительный вид дополнительного источника теплоснабжения гелиоформ- электрическая энергия. Дублирующие источники энергии должны при неблагоприятных условиях (например, зимой) полностью заменить солнечную энергию. В качестве дублирующего способа ускорения твердения бетона на гелиополигонах в холодное время года можно также прибегнуть к дополнительному электронагреву бетонной смеси. Опыт использования комбинированной гелио-электротермообработки сборных железобетонных изделий ранее, имеется. [5].

Известен способ комбинированной гелиоэлектротермообработки при котором, поступление солнечной радиации к бетону изделий осуществляется через СВИТАП, а тепловая энергия от дополнительно дублирующих традиционных теплоносителей (пара, электроэнергии, горячей воды, масла и т.п.). Применение данного способа в отсутствие

солнечной радиации позволило сэкономить 748 кг пара на каждом 1 м конструкций и получить при этом в суточном возрасте требуемую передаточную прочность более 70% R28, а также увеличить оборачиваемость форм, значительно улучшить качество конструкций.

При разработке методов комбинированной гелиотермообработки железобетонных изделий М.О.Орозбековым установлено, что СВИТАП эффективно даже при отсутствии солнечной радиации в холодный период года. Их применение при прогреве, например, при толщине изделий 0,15 м с подводом дублирующей энергии позволило повысить степень зрелости бетона в суточном возрасте по сравнению с прогревом в открытых формах в 1,6-2,8 раза, а суточную прочность бетона - в 1,5-5,1 раз. Анализ различных технологий гелиотермообработки железобетонных изделий показал, что наиболее эффективным является комбинированная гелиотермообработка изделий с применением светопрозрачных и теплоизолирующих покрытий [6].

Особенно эффективно воздействие на бетон сочетание использования светопрозрачных камер одновременно с пленкообразующим состав, защищающим от обезвоживания при действии солнечной радиации со значительным участием в этом экзотермии цемента и регулируемом подводе тепловой энергии от дополнительных источников при недостатке солнечной радиации.

Поэтому еще более эффективно применять способ комбинированной гелиоэлектротермообработки в светопрозрачных камерах с использованием пленкообразующих составов, в качестве нагревательных элементов использовать один из видов электронагревателей. Данный способ был также разработан для условий Казахстана. Авторами данной работы были разработаны и внедрены и другие разновидности способов гелиоэлектротермообработки для сухих жарких условий Казахстана. [7]. Главным отличием их от уже имеющихся является размещение нагревателей в верхней нижней частях гелиокамеры. Подача тепловой энергии осуществляется сверху, снизу и сверху одновременно при использовании при этом пленкообразующего состава и солнечной энергии. Применение комбинированной гелиотермообработки в светопрозрачных гелиокамерах в отсутствие солнечной радиации позволило сэкономить 50 кг условного топлива, 0,5 тонны воды.

Разработка современных технологий использования солнечной энергии для ускорения твердения бетона при производстве железобетонных изделий дает обеспечение высокого качества сборных железобетонных изделий за счет оптимальной структуры бетона

вследствии создания наиболее благоприятных температурно-влажностных условий твердения бетона, рационального формирования температурных полей в изделиях и тепломассопереноса.

Новые подходы к технологии гелиотермообработки железобетонных конструкций в условиях сухого жаркого климата Республики Казахстан дают экономию 50-60% традиционного топлива при их тепловой обработке, экологически чистую окружающую среду, свободную от дымовых выбросов котельных; высокое качество изделий, снижение стоимости и энергоемкости строительства.

Список литературы:

1. Айменов Ж.Т. Мобильные производственные базы сельского строительства. Монография. Алматы: «Гылым», 1992, 84 с.
2. Айменов Ж.Т. Солнечная энергия как источник решения энергетических проблем в строительстве // Математика и информатика, Алматы, 1999, К.2- С.
3. Крылов Б.А., Заседателев И.Б., Малинский Е.Н. Изготовление сборного железобетона с применением гелйоформ // Бетон и железобетон. 1984. №3. С.17-18.
4. Заседателев И.Б., Ткачев А.В., Малороев М.М., Муртазаев С.А. Увеличение периода сезонной эксплуатации гелиополигонов. -Сб. «Специальные бетоны и сооружения» // Труды. М.: ВНИПИТеплопроект, 1985. С. 3-19.
5. Заседателев И.Б., Шифрин С.А., Энергетические основы ускоренного твердения бетона при использовании солнечной энергии. В кн. Использование солнечной энергии в технологии бетона. Ашхабад, 1982. С. 3-7.
6. Айменов Ж.Т. Гелиотехнические установки для строительной технологии // Вестник МКТУ. 2000. №6. С. 42-45.
7. Айменов Ж.Т. Тепло и массообмен при различных технологиях гелиотермообработки // Вестник МКТУ. 2010. №6. С. 3-9.

ГЕЛИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

Айменов Ж.Т., д-р техн. наук, профессор,
Сарсенбаев Б.К., д-р техн. наук, профессор,
Сарсенбаев Н.К., доктор PhD,
Айменов А.Ж., доктор PhD,
Алдияров Ж.А., канд. техн. наук,
Сауганова Г.Р., магистр ест. наук

*Южно-Казахстанский государственный университет им.
М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc108ac58.06851627

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы использования солнечной энергии в технологии производства бетонных работ и бетонных изделий на основе композиционных вяжущих. Проведен анализ эффективности существующих методов гелиотермообработки бетонов с использованием различных гелиотехнических систем. Также вопросы комплексной гелиотермообработки с дополнительным источником тепловой энергии.

Ключевые слова: солнечная энергия, гелиотермообработка, гелиотехнические системы, композиционное вяжущее, гелиокамера.

Использование солнечной энергии в технологии производства бетонных работ привлекает своей экономией традиционных видов топлива, а также отсутствием вредных выбросов в окружающую среду.

Проблема использования солнечной энергии в технологии бетонных работ связана с глубокими экспериментальными исследованиями, созданием технически и экономически эффективных простейших устройств и установок.

Одной из особенностей рассматриваемого нами Южно-Казахстанского региона являются очень жесткие условия твердения бетона, особенно в летний период, при повышенных температурах окружающей среды в пониженной влажности.

Эффективным способом применения солнечной энергии с коэффициентом полезного использования 0,6-0,75 для тепловой обработки бетонов является гелиотермообработка [1].

Распространен способ гелиотермообработки изделий с применением светопрозрачных теплоизолирующих покрытий (СВИТАП), гелиоформ с аккумулялирующими поддонами (ГЕФАП).

Прямое использование солнечной радиации с естественной плотностью лучистого потока и превращением его в тепловую энергию на поверхности прогреваемого бетона реализовано в покрытии СВИТАП позволившем сократить трудовые и материальные ресурсы, причем экономия условного топлива на 1 м³ бетона составляет 70-100 кг.

Способ гелиотермообработки в гелиоформах с покрытием СВИТАП несмотря на простоту и эффективность применения не лишен некоторых недостатков. Наличие воздушной прослойки между слоями светопрозрачных материалов приводит к замедлению скорости теплопередачи, что, в свою очередь, уменьшает количество тепла, поступающего на поверхность изделия. Образование конденсата на внутренней поверхности покрытия, попадающего на изделие и приводящее к разрушению структуры бетона.

В Узбекистане в институте ТашИИТ проводили исследования по использованию двухстадийной тепловой обработки изделий, позволяющей набирать 30-50% проектной прочности под влиянием солнечной энергии. Применяли специальные устройства, обеспечивающие прогрев бетона сверху через гелиокрышку, а снизу через термopоддоны с горячей водой, нагреваемой коллекторами солнечной энергии (КСЭ). Последняя, в свою очередь, нагревает воздух или жидкий теплоноситель. В солнечный день производительность плоского КСЭ составляет 70-100 л горячей воды на 1 м³ площади последнего. Годовая экономия производства тепла от применения солнечных коллекторов 100-170 кг условного топлива.

Аналогичные гелиосистемы с промежуточным теплоносителем в технологии производства железобетонных конструкций и бетонов конструировались в ЦНИИ транспортного строительства [2]. В предлагаемой гелиоустановке промежуточным теплоносителем выступает масло, которое циркулирует по греющим элементам системы - регистрам. Использование гелиосистем с промежуточным теплоносителем с промежуточным теплоносителем возможно круглогодично. Однако данные греющие системы не лишены недостатков:

- низкое значение КПД гелиосистем в пределах 0,2- 0,3;
- отсутствие данных по влиянию особенностей такого вида тепловой обработки изделий на их физико-механические свойства.

Исследователями для повышения степени использования тепла солнечной энергии предложена система, объединяющая гелиоформу и гелиостенд, которые аккумулируют энергию солнечной радиации в

отдельности и при достижении максимальной температуры в изделии гелиоформа и гелиостенд совмещаются. В результате чего изделия продолжают твердеть в термосном режиме в ночное время. Гелиостенд представляет собой камеру с ограждением теплоаккумулирующими стенками из тяжелого бетона, сверху покрытую светопрозрачной крышкой типа СВИТАП. Гелиостенды позволяют набирать прочность в течение общей выдержки 20-22 ч только порядка 10-20 % R_{28} . Это часто приводит к растрескиванию изделий, нарушает их структуры.

Существуют разнообразные специальные гелиокамеры с полимерным пленочным покрытием [3], в которой происходит «дозревание» железобетонных изделий после основной стадии их тепловой обработки чаще в пропарочных камерах. Позволяя снизить цикл тепловлажностной обработки на 30-40 %, тем не менее этот вид тепловой обработки бетона широкого применения не нашел, что связано с перегрузкой изделий после неполного цикла ТВО в гелиокамеры с полимерными пленочными покрытиями.

Гелиообработка оказалась эффективной и для набора прочности полимербетонов и полимеррастворов, для которых не требуется влажный прогрев. Солнечную энергию целесообразно использовать для сухого прогрева тонкостенных полимербетонных изделий, когда саморазогрев их невысок [4].

Анализ исследований в области гелиотермообработки показывает, что эти способы носят сезонный характер. Поэтому более широкие возможности имеет способ комплексной гелиотермообработки изделий, обеспечивающий круглогодичную эксплуатацию гелиополигонов. Наиболее распространенным дополнительным источником тепловой энергии, имеющейся в этом случае, является электрическая.

В качестве электронагревательных элементов, наиболее применяемыми можно считать электрические шнуры, ТЭНы, электродные нагреватели и др. Электрические нагревательные элементы имеют определенные характеристики и специфику, требующих строгого соблюдения техники безопасности при их использовании.

Анализ конструктивных решений существующих типов греющих элементов и опыт их применения показывает, что им присущ ряд недостатков. Практически все вышеперечисленные нагреватели монтируются в опалубки, что вызывает концентрацию тепла на теплопринимающей поверхности непосредственно под ними и температурное поле на обогреваемой поверхности оказывается неравномерным. Значительны также и теплотери в окружающую среду, сложность крепления, предотвращение их от повреждений и др.

Поэтому для современной тепловой обработки изделий с использованием гелиоэнергии необходимо подобрать такой тип электропроводных греющих элементов, который бы отвечал таким требованиям, как: долговечность, гидрофобность, стойкость против химических и механических воздействий материалов, не имеющих адгезии к бетону, с высоким коэффициентом теплопроводности (чтобы температурное поле по объему проводящей части нагревателя было максимально равномерным), обладало небольшой теплоемкостью (чтобы количество энергии, затрачиваемое на собственный нагрев, было минимальным), имело высокую термостойкость, достаточную при работе в условиях высоких температур — до 90 °С.

На сегодняшний день создано довольно большое количество электропроводящих полимерных композиций: на основе полиэтилена, фторопласта, полиамида, полиэфирной смолы и диизоцианата, фенолформальдегидной смолы, поливинилового спирта, эпоксидной диановой смолы, полиолефина с кремнийорганическим соединением и фосфорной кислотой.

Из проведенного анализа состояния вопроса в области тепловой обработки бетонных изделий с использованием гелиотермообработки установлена, что до сих пор не рассматривались и не исследовалась возможность применения энергоаккумулирующих светопрозрачных покрытий для тепловой обработки бетонов на основе композиционных вяжущих, эффективность которых в дорожном строительстве несомненна [5]. Известно неудовлетворительное состояние дорог во всех регионах республики. Не проводится капитальный ремонт сплошных покрытий проезжих частей качественным полотном. В основном дорожники ограничиваются так называемым «ямочным ремонтом» дорог, продолжительность службы которого должна быть значительно выше. Поэтому использование бетонов на основе композиционных вяжущих в особенности в южных регионах республики для изготовления изделий для дорожного строительства актуально. Поскольку состав бетона в из композиционных вяжущих на 50% состоит из отходов различных химических производств, параллельно с экономическими задачами решаются и экологические проблемы, что не менее важно и своевременно.

Список литературы:

1. Айменов Ж.Т., Алдияров Ж.А.- Солнечная энергия источник решения энергетических проблем в строительстве // Вестник МКТУ им. Х.А.Яссауи, Туркестан. 1999. № 2. С. 97-99.
2. Айменов Ж.Т., Алдияров Ж.А. - Гелиотехнические установки для строительной технологии // Вестник МКТУ им. Х.А.Яссауи. 2000. №6. С. 42-45.
3. Айменов Ж.Т., Алдияров Ж.А. Разработка светопрозрачных покрытий гелиоустановок // Вестник МКТУ им. Х.А.Яссауи. 2002. №2. С. 24-29.
4. Айменов Ж.Т. Эффективные методы ускорения твердения бетона путем использования солнечной энергии // Вестник КазНАЕН, Астана. 2012. № 1. С. 45-47
5. Алдияров Ж.А. Особенности комплексной гелиотермообработки дорожных изделий из шлакощелочного вяжущего и бетона. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Шымкент, 2006, 156 с.

АНАЛИЗ ОБЛАСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Алфимова Н.И., канд. техн. наук, доцент,
Кожухова М.И., канд. техн. наук,
Шураков И.М., аспирант,
Пириева С.Ю., аспирант,
Гудов Д.В., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1155076.72644940

Аннотация. Проведен анализ литературных источников с целью выявления основных областей использования продуктов вулканической деятельности в качестве сырьевой базы для производства строительных материалов. Выявлен потенциал рассматриваемых пород, сделаны выводы о возможности и целесообразности поиска новых путей и направлений их применения.

Ключевые слова: энергосбережение, вулканическое сырье, заполнитель, бетоны, вяжущие

На сегодняшний день одной из главной целью строительного материаловедения является создание новых эффективных строительных материалов с помощью энерго- и ресурсосберегающих технологий. Во первых, это связано с потребностью увеличить доступную сырьевую базу вследствие постоянно растущего спроса строительного сектора на качественные и недорогие материалы, а во вторых, повсеместно происходит ухудшение экологической ситуации в мире. Поэтому проблематика, связанная с сохранением природного фонда и разумным использованием ресурсов требует пристального внимания со стороны современной промышленности строительных материалов.

Горные породы, которые сформировались на земле в результате извержений вулканов, являются одним из самых перспективных видов сырья для производства строительных материалов [1]. Стоит сказать, что непосредственно извержения в большей степени отрицательно влияют на состоянии биосферы. Концентрация продуктов вулканической деятельности на больших территориях приводит к сокращению площади сельскохозяйственных угодий, уничтожению пищевой базы, уменьшению ареалов проживания. При этом скорость выветривания толстых слоев вулканических пород и образование новых почв зависят от температуры и обилия атмосферных осадков, условий

стока и характера поверхности, и эти процессы могут длиться очень долгое время. Помимо этого, мелкие фракции вулканических отходов являются причиной снижения качества атмосферного воздуха, что в свою очередь может являться причиной массовой гибели домашнего скота, привести к распространению инфекций и появлению эпидемий [2–4].

Наиболее перспективным направлением утилизации продуктов вулканической деятельности является использование их в качестве сырья для производства строительных материалов [5–23].

Согласно проведённому анализу литературных источников можно выделить несколько ключевых направлений использования данного сырья в строительном материаловедении. Одно из основных направлений – крупный и мелкий заполнитель к бетонам, что обусловлено большим потенциалом данного материала, а также его простотой структурой и общедоступностью технологий.

В частности, в работе [8] авторы показали возможность использования перлитосодержащих вулканических пород, вулканических туфов и их отходов, вулканического пепла Северного Кавказа (Кабардино-Балкарская Республика, Северная Осетия-Алания) в качестве сырья для производства строительных материалов широкого спектра назначения: керамический кирпич и камень, лёгкие штукатурные и кладочные растворы, конструкционно-теплоизоляционные бетоны, лёгкие бетоны, тепло- и звукоизоляционные материалы.

Бычков М.В. в своей работе [9] выявил эффективность использования мелкого и крупного заполнителя из вулканического туфа Каменского месторождения Кабардино-Балкарской Республики при производстве самоуплотняющихся бетонов с пониженной плотностью.

Исследуя вероятность применения вулканического сырья Дальнего Востока для получения гранулированного искусственного легкого заполнителя, Вавренюк С.В. в своей работе [10] разработала принципиальную технологическую схему производства гранулированного поробазальта.

Положительный результат был получен при исследовании возможности использования вулканических пород в качестве сырья для получения материалов с повышенными огнезащитными и жаростойкими свойствами. Основываясь на результаты, отраженные в работах [11–13], рациональным является использование мелкодисперсных отходов пиления вулканического туфа Заюковского месторождения Кабардино-Балкарии в качестве заполнителя бетонной

смеси и активной минеральной тонкомолотой добавки в цемент. Были получены гипсобетонные и цементные огнезащитные композиты и ячеистые бетоны на основе предложенных технологий. В то же время было установлено, что применение туфа способствует повышению жаро- и огнестойкости изделий, способствует снижению усадки цементного камня и расходу вяжущего.

Также была установлена целесообразность получения бесцементных бетонов с использованием вулканического сырья [14, 15]. В работе [14] авторы в качестве вяжущего предлагают использовать строительный гипс, в качестве заполнителя – вулканической туф Заюковского месторождения Кабардино-Балкарии для производства. Применение туфового песка для производства гипсотуфобетона даёт возможность уменьшить расход гипсового вяжущего на 30,5–31,7 % без потери прочностных показателей благодаря способности смеси гипса и негашеной извести пробуждать скрытую гидравлическую активность туфового песка. Также на основе гипсотуфобетонной матрицы есть возможность получения фиброгипсотуфобетона с повышенной водостойкостью [15]. Проведённые эксперименты доказывают, что применение отходов пиления вулканического туфа в гипсвермикулитотуфобетонах приводит к повышению огнезащитных характеристик, при этом материал имеет хорошие звукоизоляционные характеристиками и меньшую стоимость в сравнении с гипсобетоном [14, 15].

В работе [17] доказано, что введение вулканических пород в состав ячеистых бетонов является обоснованным. Применение вулканического пепла Кабардино-Балкарии даёт возможность получить составы фибропеногипсобетонных композитов с повышенными физико-химическими свойствами, уменьшить затраты гипса до 50% без заметного снижения прочностных показателей начального пеногипса [16]. Использование отходов пиления вулканического туфа в роли заполнителя и активной минеральной добавки при производстве фибропентуфобетона позволяет повысить прочность изделия при установленном снижении В/Т отношения смеси и усадочных деформаций [17].

По мимо это существует опыт использования продуктов вулканической деятельности в качестве компонента композиционных вяжущих в составе органо-минерального модификатора [18–20]. Установлено что введение добавки в количестве 12–15 % способствует повышению предела прочности цементного камня на сжатие на 30–35 %. Использование данного сырья в качестве компонента

композиционных вяжущих, при использовании раздельной технологии сокращает длительность помола в 1,5–2 раза.

Также продукты вулканической деятельности могут использоваться при изготовлении строительных материалов с повышенными теплоизоляционными свойствами [8, 21 и др.]. Например, в естественном монолитном состоянии вулканический туф используется в виде обработанных стеновых блоков размерами 380×190×180 для строительства гражданских зданий. Отходы от добычи туфов и вулканический пепел применяют как сырье для изготовления керамических изделий с улучшенными теплоизоляционными показателями, как сообщается в статье [21], где авторы изучили изделия на основе вулканических пород Куркужанского месторождения (пепел) и Заюковского месторождения (отходы добычи туфов) Кабардино-Балкарской республики.

Также есть ряд работ, которые посвящены изучению вероятности использования вулканического сырья в дорожном строительстве. Так в статье [2] указывают, что добавление вулканических туфов в смесь при изготовлении мелкозернистых дорожных бетонов положительно влияет на структурообразование и влияет на повышение прочности и стойкости к воздействию атмосферных факторов.

В работе [23] была экспериментально обоснована возможность использования вулканических туфов Хурай-Цакирского месторождения республики Бурятия в качестве минерального порошка и стабилизатора в смесях при изготовлении горячего асфальтобетона. С помощью испытаниями было выявлено понижение показателя стекаемости битума с поверхности зерен заполнителя и замедление старения битума в полученных сырьевых смесях.

Основываясь на вышеизложенное можно с уверенностью сказать, что продукты вулканической деятельности находят всё более широкое применение в области строительного материаловедения. Как следствие, полученные научные исследования дают возможность установить новые подходы и векторы направлений для решения экологической проблематики, рационального применения территориальных и природных ресурсов, с целью производства строительных материалов и изделий на их основе с повышенными или, возможно, уникальными технико-экономическими показателями

Список литературы:

1. Романовская М.А. Петрографический кодекс. Магматические и метаморфические образования.// СПб; 1995.[Электронный ресурс] <http://www.knowledge.su>. 2015 - 2017 гг.
2. Литасов Ю.Д. Вулканизм Земли и планет земной группы //Учебное пособие для студентов геологических и смежных специальностей высших и средних профессиональных учебных заведений, изучающих курсы «Общая геология», «Вулканология», «Палеовулканология». 2011. 200 с.
3. Сторожилов И.В., Жилина В.В. Воздействие извержений вулканов на человека и окружающую среду.//Материалы VIII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс] <http://www.scienceforum.ru/2016/1678/23703>.
4. Никитин Ю.В. Экологические последствия вулканических извержений //Интернет-журнал Сахгу: Наука, образование, общество. 2010. №2. С. 82.
5. Поздеев И.П., Федоров С.В., Карасик В.А. Действующие вулканы России и их опасность //Проблемы, перспективы и направления инновационного развития науки. 2016. С. 38–40.
6. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н., Шадский Е.Е., Юракова Т.Г. Повышение эффективности использования продуктов вулканической деятельности // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 11–15.
7. Лузин В.П., Антонов В.А., Лузина Л.П., Беляев Е.В., Пермяков Е.Н., Самигуллин Р.Р. Эффективные строительные материалы с применением вулканического пепла // Строительные материалы. 2009. №12. С. 18–19.
8. Антонов В.А., Лузин В.П., Беляев Е.В. Вулканогенные породы Северного Кавказа как сырье для производства легких строительных материалов //Разведка и охрана недр. 2010. №1. С. 40–45.
9. Бычков М.В. Самоуплотняющиеся бетоны пониженной плотности с применением вулканического туфа // Инженерный вестник Дона. 2013. №3. С. 32.
10. Вавренюк С.В. Гранулированный искусственный легкий заполнитель на основе вулканических пород Дальнего Востока //Academia. Архитектура и строительство. 2012. №1. С. 125–126.
11. Жежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие свойства цементных бетонов на основе вулканических горных пород.//Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2012. №28. С. 196–201.
12. Жежев Х.А., Жежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие композиты с применением вулканических горных пород // Инженерный вестник Дона. 2011. №4. С.552–559.

13. Хежев Т.А., Хежев Х.А. Эффективные огнезащитные композиты с применением пористых заполнителей // Технологии бетонов. 2011. №7-8. С. 30–31.
14. Хежев Т.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Х.А. Бесцементные бетоны с применением вулканических горных пород // Вестник гражданских инженеров. 2011. №1. С. 107–113.
15. Хежев Х.А., Пухаренко Ю.В., Хежев Т.А. Фиброгипсобетонные композиты с применением вулканических горных пород // Строительные материалы. 2013. №11. С. 20–24.
16. Хежев Т.А., Даов Н.А., Исмаилов А.С., Молов К.В., Кашукоев А.Ж., Чегемов Р.А. Фибропеногипсобетонные композиты с применением вулканического пепла // Инженерный вестник Дона. 2017. №1.
17. Овсюков М.Ю., Сухов А.А., Хежев Т.А. Технология фибропенобетонов с применением отходов пиления вулканического туфа // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2015. №1. С. 107–113.
18. Lesovik V.S., Alfimova N.I., Trunov P.V. Reduction of energy consumption in manufacturing the fine ground cement // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 11. С. 745–748.
19. Алфимова Н.И., Трунов П.В., Шадский Е.Е. Модифицированные вяжущие с использованием вулканического сырья. Saarbrucken. LAP LAMBERT, 2015. 132 с.
20. Алфимова Н.И., Никифорова Н.А. Оптимизация параметров изготовления композиционных вяжущих на основе вулканического сырья // Региональная архитектура и строительство. 2016. №4. С. 33–39.
21. Лузин В.П., Корнилов А.В., Николаев К.Г., Лузина Л.П. Керамические строительные материалы с улучшенными теплоизоляционными свойствами // Вестник Казанского технологического университета. 2010. №8. С. 32–36.
22. Салл М., Ткаченко Г.А. Введение пористого компонента в мелкозернистые дорожные бетоны // Строительные материалы. 2009. №2. С. 29–31.
23. Печерский С.А., Битуев А.В., Архинчеева Н.В., Щукина Н.Г. Использование вулканического туфа в горячих асфальтобетонах // Строительные материалы. 2010. №2. С. 23–33.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ И РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЖИЛИЩНО-ГРАЖДАНСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Аль Дулайми Салман Давуд Салман, аспирант

*Мордовский государственный
университет им. Н. П. Огарева*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc11e3159.47066195

Аннотация. Строительство - это важное средство для изменения среды обитания человека, создающее необходимое благополучие для работы и жизни людей, а как одно из основных ответвлений строительства, жилищно-гражданское строительство играет в нем важнейшую роль. Инновации в проектировании и строительстве гражданских объектов, несомненно, имеют большое значение и представляют огромную ценность для развития инфраструктурного строительства как дисциплины и для улучшения благополучия людей. В данной статье анализируются несколько технологических инноваций в проектировании и строительстве гражданских объектов, предназначенные для содействия развитию жилищно-гражданского строительства с помощью обсуждения и исследования.

Ключевые слова: жилищно-гражданское строительство, пыль, шум, технологии строительства, жилищный фонд, анализ инноваций.

Введение.

Технологические новшества в жилищно-гражданском строительстве связаны с улучшением эффективности и созданием машиностроительных компаний, а также тесно связаны с улучшением условий для жизни людей. Поскольку жилищно-гражданское строительство является основной частью строительного дела вообще, строительная часть жилищно-гражданского строительства должна быть готова к технологическим новшествам, учитывая изменяющиеся потребности общества и использовать новые технологии и методы для проектирования строительных объектов. В данной статье анализируются некоторые технологические инновации в строительстве, предназначенные для содействия практическому развитию жилищно-гражданского строительства с помощью обсуждения и исследования.

Так называемое жилищно-гражданское строительство - это термин из области науки и техники, подразумевающий возведение различных типов инженерных сооружений, и включает в себя ряд следующих дисциплин: инженерно-геологическое исследование, проектирование, техническое обслуживание, ремонт и другие технические мероприятия.

Конечными объектами обслуживания жилищно-гражданского строительства является здание, а основная задача здания - служить для работы и проживания в нем людей, поэтому можно смело утверждать, что конечным объектом обслуживания жилищно-гражданского строительства является народ, поэтому гражданское строительство должно по возможности облегчать жизнь народа и производство, и обеспечивать обслуживание всех его потребностей. Народное производство и жизнь имеют под собой основу в виде всегда меняющегося и развивающегося общества, поэтому мы обязаны стараться привносить инновации в сфере гражданского строительства в соответствии с социальным развитием и изменениями, для удовлетворения растущих потребности людей на материальном и культурном уровнях и помочь людям обрести лучшую материальную жизнь и духовную радость [1].

В целом, социальное развитие - это способность большего количества людей пользоваться возможностями, предоставляемыми в ходе развития общественного производства, когда термин «народ» относится к конечным пользователям объекта инженерного строительства, который также является конечными бенефициариями жилищно-гражданского строительства, а под термином «народ» также должны подразумеваться, в том числе лица, участвующие в строительстве, поэтому также необходимо сосредоточиться на гармонии и безопасности людей во время всего процесса жилищно-гражданского строительства и обратить внимание на общие интересы этих двух групп населения в ходе введения технологических инноваций в строительстве. В процессе жилищно-гражданского строительства производственный процесс является первичным. Возведение объектов жилищно-гражданского строительства требует трудовых ресурсов для проведения работ, связанных с проектированием и практической эксплуатацией. Объектом проектирования и обслуживания жилищно-гражданского строительства является народ, поэтому в ходе строительства необходимо обеспечивать удобство для рабочих. Необходимо не только полностью удовлетворять запросы заказчиков, но и принимать во внимание здоровье и удобство рабочих в строительстве, прикладывая все усилия во избежание угроз безопасности и инцидентов во время строительства.

В конце концов, жилищно-гражданское строительство - это процесс реконструкции природы, поэтому перед нами всегда стоит задача достичь гармоничных отношений между людьми и природой в строительстве. Технологические инновации в строительстве являются

необходимым этапом в развитии и совершенствовании жилищно-гражданского строительства. Фактически, технологические инновации в сфере строительства являются наилучшим средством для достижения первоначальных целей жилищно-гражданского строительства [2]. Процесс жилищно-гражданского строительства осуществляется в соответствии с потребностями людей, а технологические нововведения в строительстве могут помочь строителям уменьшить давление со стороны множества аспектов и обеспечить больший уровень личной безопасности при строительстве, в то время как потребности клиентов будут полностью удовлетворены. В процессе жилищно-гражданского строительства мы постоянно используем новые техники и технологии для экономии ресурсов и внедрения экологически безопасного строительства, что очень важно для долгосрочного развития проектов и устойчивого социально-экономического развития. Значимость технологических инноваций в строительстве также находит свое отражение в сокращении срока строительства и экономии затрат на рабочую силу. После применения новых технологий период строительства значительно сокращается, а стоимость рабочей силы значительно снижается на основе улучшенного качества строительства. Следует понимать, что применение новых технологий не только уменьшает количество труда и затраты на рабочую силу, но и означает значительное облегчение условий труда и часов работы, поэтому применение новых технологий в жилищно-гражданском строительстве благоприятно сказывается на гармоничном развитии общества в целом.

Некоторые проблемы, существующие в процессе жилищно-гражданского строительства в настоящее время

До и в начале реформ и введения политики открытости, жилищно-гражданское строительство в мире в основном использовалось для строительства одноэтажных и многоэтажных жилых домов. В то время не было спроса на технологию поддержки строительных шахт. Таким образом, на данный момент нет рынка для реализации технологии поддержки строительных шахт. В сложившихся условиях того времени эта технология все еще находится в зачаточном состоянии и мало где применяется в мире, хотя она широко используется в некоторых крупных городах, например, в Нью-Йорке.

Вследствие реформ, политики открытости и урбанизации в России, ситуация с землями, пригодными под жилую застройку в черте города в настоящее время становится все более напряженной, особенно в крупных городах России, таких как Москва и Санкт-Петербург, цены на землю продолжают расти, а привычная застройка многоэтажными

зданиями больше не отвечает спросу современного рынка недвижимости, в то время как высотные здания свыше 30 этажей стали очень популярным решением в сфере жилищного строительства на строительном рынке. В этом случае технология поддержки строительных шахт стала одной из самых необходимых технологий в жилищно - гражданском строительстве в России. В сложившейся ситуации, из-за исторического отсутствия накопления технологий в России, разработка технологии поддержки строительных шахт еще в зачаточном состоянии [3]. Хотя технология поддержки строительных шахт очень бы пригодилась строительным компаниям в России в постройке фундаментов высотных зданий, но из-за небольшого опыта использования этой технологии, обнаружилось, что на данный момент трудностей гораздо больше, например, когда мы сталкиваемся со сложной геологической структурой или относительно сложным архитектурным проектом. Для многих сложных реальных проблем единого общепринятого решения нет, так что в настоящее время ошибки проектирования высотных здания происходят по всему миру достаточно часто.

В прошлом в строительстве жилищных объектов всегда присутствовали пыль, шум, мусор, твердые отходы и другие проблемы, нарушающие рабочие будни и жизнь окружающих, а также влияли на здоровье рабочих на стройке. Сейчас многие чаще обращают внимание на эти экологические проблемы в России, поэтому отсутствие экологического сознания заставляет стороны строительства нести высокие эксплуатационные расходы и высокие административные издержки, и это не благотворно влияет на строительные компании.

Отсутствие экологического сознания также находит свое отражение в отсутствии предварительного планирования при строительстве. Фактически, нынешнее жилищно-гражданское строительство предназначено не только для удовлетворения потребностей людей в жилых помещениях, но и для того, чтобы подчеркнуть гармоничное развитие между человеком и природой, а также между человеком и обществом, то есть люди стремятся к удовлетворительной и гармоничной жизни, когда у них есть собственные жилые дома, а дом - это всего лишь часть окружающей среды, поэтому мы должны создать полноценную среду для жизни человека путем строительства. Для этого у нас должно быть распланировано рациональным образом цвета домов и освещения, а также других жилых помещений и даже офисной площади в объектах

жилищно-гражданского строительства, что также является важным отражением философии экологического сознания [4].

Вывод

Инженерно-строительные компании должны сосредоточиться на внедрении новых технологий, инноваций в проекте и создании брендов в процессе жилищно-гражданского строительства, чтобы в дальнейшем проявить инициативу на рынке конкуренции. Для технологических инноваций в гражданском строительстве мы должны обратить внимание на сокращение низкооплачиваемой рабочей силы, предотвращение конфликта между человеком и природой и грубого инженерного строительства, а также использование современные технологии и средства для решения этих проблем.

Список литературы:

1. Ву Л., Шен, Дж. К., Ли, Дж., и др. Строительная технология и инновации в жилищно-гражданском строительстве // Информация о науке и технике. 2012. № 8. С. 12–13.
2. Яо Б. Об информационном аспекте жилищно-гражданского строительства // Журнал жилищно-гражданского строительства. 2013. № 9. С. 45–46.
3. Сие И. К. Дискуссия и анализ применения и развития пред напряженной технологии гражданского строительства. Экономический ежегодник китайского предпринимателя в мире // • Экономика и технологии и финансы. 2012 . № 1. С. 13–15.
4. Го З. Кс. Об инновациях и развитии строительных технологий гражданского строительства // Строительные материалы Цзянси. 2014. №. 4. С. 78–79.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗРУШЕНИЙ И ТРЕЩИНЫ ЗДАНИЙ ИЗ-ЗА ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ В ИРАКЕ

Аль-Бу-Али Уатик Саед Джасаам, аспирант
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc12886b8.82827564

Аннотация. Эта статья призвана изучить негативные последствия военных действий на зданиях в Ираке, изучая закономерности разрушения и трещины в результате этой войны и ее воздействия на здания. Исследование показало, что эффекты взрыва на зданиях, сходные с последствиями землетрясений на них, так как они вызвали горизонтальных и вертикальных волны вибраций, привели к провалу фундаментных, провалу сдвигу движений и появления трещины в зданиях. Блочная кладка с обычной формой полых блоков имеет низкую взрывоустойчивость и ее следует избегать. Для строительства в зонах военных действий требуется максимально возможный контроль качества.

Ключевые слова: трещины кирпичной кладки, модель, взрыв, дифференциальное поселение фундамента, поселение почвы, Коллапс.

Трещины в зданиях являются обычным феноменом. Трещины в строительном компоненте возникают, когда напряжение в компоненте превышает его прочность. Напряжение в компоненте здания может быть вызван внешними приложенными силами, такими как мертвые, живые, ветровые или сейсмические нагрузки или фундаментные поселения, или это может быть вызвано из-за тепловых изменений, изменений влажности, химического воздействия и т. Д. Трещины могут быть в целом классифицированы как структурные и неструктурные, структурные трещины, вызванные неправильной проектированной, неисправной конструкцией или перегрузкой и неструктурные трещины в основном обусловлены внутренними напряжениями в строительных материалах, и они, как правило, не приводят к структурному ослаблению. Это связано с проникновением влаги или термическим изменением. Трещины могут заметно варьироваться по ширине от очень тонких видимых трещин до невидимых трещин на глаз (около 0,01 мм в ширину) до зияющих трещин шириной 5 мм или более [1].

Эта статья призвана изучить негативные последствия военных действий на зданиях в Ираке, мимо изучив закономерности разрушения

и трещины в результате этой войны и ее воздействия на здания, поскольку изучение этих моделей поможет в будущем при проектировании и строительстве зданий и структурных элементов, способных противостоять взрывам и стихийным бедствиям и другим. Первая модель, Рисунок1-а представляет собой жилой дом, построенный из глиняных кирпичей, цементного раствора и железобетонной потолок. Его фасад из камня, он был подвергнут обстрелу ракеты в гараже. Вторая модель, Рисунок1-б представляет жилой дом, построенный из бетонных блоков и бетонного раствора, а также железобетонная потолок, были взорваны изнутри с использованием взрывных устройств.



(а)

(б)

Рисунок 1- Первая и вторая модель разрушенных домов

Исследование показало, что воздействие взрывов на зданиях похоже на воздействие землетрясений на них, мимо сравнивая ущербы, с другими, возникшими в результате землетрясений. Первая модель показывает, что она была повреждена в каменном фасфде и появлением горизонтальные, вертикальные и наклонные трещины в внешних и внутрых стенах, а также над дверями и окнами, как показано в формах первой модели.

Второй модели показал коллапс передней части здания и появление горизонтальные, вертикальные и наклонные трещины в внешних и внутрых стенах, а также над дверями и окнами и контактные площадки. Общеизвестная классификация трещин, основанная на их ширине являются:толщина менее 1 мм,средняя - от 1 до 2 мм в ширину и широкий - шириной более 2 мм.

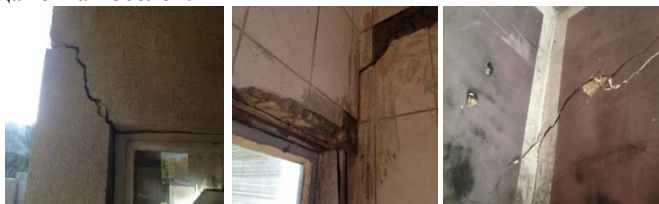
Трещины могут иметь одинаковую ширину или быть узкими на одном конце, постепенно расширяясь на другом. Трещины могут быть прямыми, зубчатыми, ступенчатыми, картографическими или случайными и могут быть вертикальными, горизонтальными или диагональными.Трещины могут быть только на поверхности или могут распространяться на более чем один слой материалов [2].

Основными причинами возникновения трещин в зданиях являются: изменения влажности, тепловые колебания, упругая деформация, ползучесть, химическая реакция, движение фундамента и урегулирование почвы и растительность.

Режимы провалы. Режимы и степени повреждения являют изменениями в зданиях. Интенсивность повреждений для всех зданий варьируется и большинство зданий не ремонтируются и в конечном итоге должны быть разрушены. Однако для зданий (хотя и довольно небольших) с меньшей степенью бедствия необходимо провести подробное обследование, чтобы решить режим и объем ремонта. Различные способы провалы обсуждаются следующим образом [3,6]:

- Движение фундамента и поселение почвы. Сдвиговые трещины в зданиях возникают, когда существует большой дифференциальный поселение фундамента или из-за неравномерного давления подшпника в разных частях конструкции или из-за того, что давление на грунт превышает безопасную несущую способность почвы или из-за низкого коэффициента безопасности в дизайн фундамента. Здания, построенные на усадочных глин (также иногда называемых обширными почвами), которые набухают на поглощающей влаге и усаживаются или сушатся в результате изменения влажности почвы, чрезвычайно подвержены трещинам, и для предотвращения трещин в таких случаях необходимы специальные меры [4,5].

- Провал в результате поселение Фундамента. Основной причиной провал для большинства зданий является дифференциальное поселение фундамента. дифференциальный поселение вызвал серьезные трещины в стенах и структурных сооружениях из-за развития дополнительных моментов/напряжений [3]. В Рисунок 2-а,б ,заметились наклонные трещины во внешних и внутрых стенах кладки и также во внутренних углах стенх каменной кладки в Рисунок 2-в из-за неравномерного фундамента поселок.



(а)

(б)

(в)

Рисунок 2- Закономерности трещины из за дифференциальное поселение фундамента

-Перемещение сдвига структурной колонны. Перемещение сдвига является одной из важных причин которому вызвал провал и коллапс в колонах стенах и потолках. В Рисунок 3а, заметились коллапс передней части здания (колонны, стены и потолок) из-за сильного сдвига в результате взрыва.

-Коллапс стенах бетонных блоков. Общий и частичный коллапс блочной кладки во многих местах наблюдался из-за напряжения сдвига, как показано на Рисунок 3б, которого вызвал коллапс передней части здания (колонны, стены и потолок) и Растрескивание и обрушение наружных стен.



Рисунок 3- Коллапс передней части здания и коллапс стенах бетонных блоков из-за сильного сдвига в результате взрыва

-Трещины кирпичной кладки. Общий и частичный трещины кирпичной кладки во многих местах наблюдался из-за напряжения сдвига, как показано на Рисунок 5-а,б и Рисунок 5-в которого вызвал горизонтальные и вертикальные трещины во внешней и внутренней стенках кладки и коллапс в фасаде зданий.

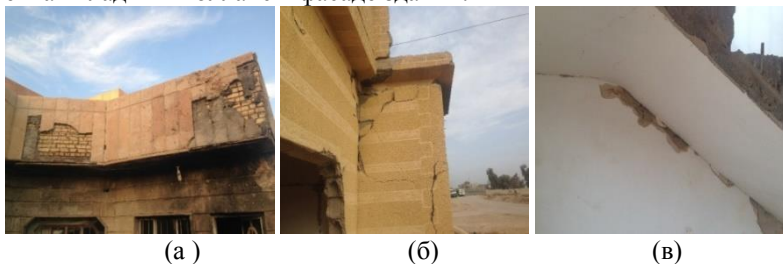


Рисунок 5- Трещины кирпичной кладки из-за напряжения сдвига

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:
-эффекты взрыва на зданиях, сходные с последствиями землетрясений на них, так как они вызвали горизонтальных и

вертикальных волны вибраций, привели к провалу фундаментных и провалу сдвигу движений в зданиях.

-для любого строительного проекта исследование грунта для каждого здания должно быть сделано отдельно с конкретными рекомендациями по контролю за дифференцированным поселением.

-Большинство провалов были инициированы из-за слабых зон, вызванных низким качеством строительства.

-Обычная форма полых блоков не обеспечивает достаточную прочность кладочных связей, рекомендуется переформирование.

-Блочная кладка с обычной формой полых блоков имеет низкую взрывоустойчивость и ее следует избегать.

-Для строительства в зонах военных действий требуется максимально возможный контроль качества

-Кирпичная кладка выполнена лучше, чем блочная кладка.

-Стены для облицовки должны быть соединены со структурной рамой с достаточными интервалами для лучшей устойчивости против взрыва встряхивания.

Список литературы:

1. Shaukat A.K. Study of modes of structural failure due to earthquake. University of engineering & technology taxila, pakistan, 32nd conference on our world in concrete & structures: 28 - 29 august 2007, Singapore.
2. EERI Special earthquake report December 2005.
3. Kishor K, Namesh. K.) .Study on control of cracks in a Structure through Visual Identification & Inspection. Department of Civil Engineering, O.P. Jindal Institute of Technology, India, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). 2014. Volume 11, Issue 5 Ver. VI (Sep-Oct. 2014), PP 64-72 www.iosrjournals.org
4. CBRI, Roorkee. (n.d.). Remedial measures of cracked buildings in expansive soil areas.
5. Mughieda O. Cracking of RC School Building Due to Soil Expansion. JJCE. 2007.
6. Kashyzadeh K.. Study type of Cracks in construction and its remedial measures. IJETAE. 1990.

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА

Аль-Бу-Али Уатик Саед Джасаам, аспирант,
Алласханов А.Х., канд. техн. наук

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc134ee26.35980147

Аннотация. Строительная деятельность, генерирует большое количество отходов по сравнению с другими отраслями. Строительная индустрия включает в себя различные процессы и использует огромные количества ресурсов. Известно, что строительные работы создают большое и разнообразное количество отходов. Отходы строительства и сноса представляют собой сложный поток отходов, состоящий из самых разнообразных материалов, которые представляют собой строительный мусор, щебень, бетон, сталь, древесину и смешанные материалы.

Ключевые слова: разрушенные здания и сооружения, бетонные элементы, строительная отрасль

Строительная отрасль, хотя и вносит вклад в общее социально-экономическое развитие любой страны, является основным эксплуататором природных не возобновляемых ресурсов и загрязнителем окружающей среды, в результате чего она способствует ухудшению состояния окружающей среды за счет истощения ресурсов, потребления энергии, загрязнения воздуха и образования отходов при приобретении сырья. Строительство как деятельность, связанную с созданием физической инфраструктуры, надстройки, жилья и других связанных с ними объектов. Физическая субстанция структуры - это совокупность материалов из разных источников. Управление отходами для строительных работ поощряется с целью защиты окружающей среды, и признание того, что отходы от строительных и сносных работ вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды. Растущая осведомленность о воздействии строительных отходов на окружающую среду привела к тому, что управление отходами стало важной функцией управления строительными проектами. Процесс управления строительными отходами выходит далеко за пределами утилизации самих отходов.

Управление отходами строительства и сноса стало одной из основных экологических проблем в строительной отрасли из-за ее долгосрочных последствий. Неконтролируемый сброс отходов строительства и сноса представляет не только значительную

экологическую нагрузку, но и финансовые затраты. Экологическое и экономическое воздействие отходов строительства и сноса может быть уменьшено с помощью рациональной политики управления, (рис. 1).



Рисунок 1- Экологическое и экономическое воздействие отходов строительства и сноса

Цель строительного строительства и утилизации отходов сноса основана на минимизации отходов и надлежащей утилизации, которые оба помогают снизить негативное воздействие на окружающую среду. Спецификации Европейского Союза могут быть оценены в соответствии с тремя принципами управления отходами [3].

- Предотвращение: отходов, это ключевой фактор в любой стратегии управления отходами. Цель состоит в том, чтобы минимизировать отходы перед строительством с помощью детального проектирования каркаса и планов использования материалов.

- Восстановление: эта стадия направлена на снижение воздействия неизбежных отходов на окружающую среду посредством стратегий повторного использования и переработки.

- Правильное хранение: эта стадия включает подходящие варианты хранения для невозстановливаемых отходов, генерируемых на зарегистрированных сайтах. Легкий путь доступа поможет повысить эффективность и поможет участию пользователей здания.

Управление отходами оценивается с точки зрения его экономических выгод, а также вариантов предотвращения отходов не только помогли сэкономить деньги при повторном использовании и утилизации, но и принесли более широкие экологические выгоды, такие как сохранение природных ресурсов. Повторное использование и предотвращение отходов сокращают загрязнение воздуха и воды, связанное с производством и транспортировкой материалов, что косвенно является преимуществом для здоровья человека. Это также экономит энергию и снижает сопутствующую выработку парниковых

газов. Переработка многих материалов требует меньше энергии, чем производство из первичного сырья, а также может снизить транспортные требования и связанные с этим воздействия.

Уменьшение отходов начинается на этапе производства строительных материалов. Утилизация отходов, образующихся в процессе производства, играет решающую роль в предотвращении образования отходов на последующих этапах срока службы. Этап проектирования является очень важной частью производственного процесса строительства, чтобы рассмотреть образование строительных отходов и определить варианты повторного использования и переработки и особенности строительных материалов. Предотвращение этапа проектирования напрямую влияет на объем потока строительных отходов на этапах строительства, эксплуатации и сноса. В некоторых международных исследованиях подсчитано, что почти треть образующихся отходов может быть получена из-за неспособности проектировщиков принять меры по предотвращению сокращения отходов [4-6].

Список литературы:

1. Shaukat A.K. Study of modes of structural failure due to earthquake. University of engineering & technology taxila, pakistan, 32nd conference on our world in concrete & structures: 28 - 29 august 2007, Singapore.
2. EERI Special earthquake report December 2005.
3. Kishor K, Namesh. K.) .Study on control of cracks in a Structure through Visual Identification & Inspection. Department of Civil Engineering, O.P. Jindal Institute of Technology, India, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE). 2014. Volume 11, Issue 5 Ver. VI (Sep-Oct. 2014), PP 64-72 www.iosrjournals.org
4. CBRI, Roorkee. (n.d.). Remedial measures of cracked buildings in expansive soil areas.
5. Mughieda O. Cracking of RC School Building Due to Soil Expansion. JJCE. 2007.
6. Kashyzadeh K.. Study type of Cracks in construction and its remedial measures. IJETAE. 1990.

НАНОТЕХНОЛОГИЯ СПОСОБСТВУЕТ СТРОИТЕЛЬСТВУ УНИКАЛЬНЫХ ЖИЛИЩ СО МНОГИМИ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ

Аль Машрафи Али Нассер Али, аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc13d7a89.97945432

Аннотация. В настоящее время нанотехнологии являются причиной сильнейшего прорыва во многих сферах науки. Не удивительно, что сегодня нанотехнологии применяют в производстве строительных материалов. В Японии, США, Китае и странах Европы, порядка 20% строительных компаний используют материалы, в производстве которых применяли нанотехнологии.

Ключевые слова: наноструктура, энергосбережение, строительные материалы.

Представьте себе чистый недорогой медицинский центр, который освобождает вас от ежедневной уборки, самоочищается, контролирует температуру и влажность в помещении в зависимости от климатических условий, отслеживает повреждения и повреждения, которые могут возникнуть в здании, и ремонтирует его самостоятельно. С нанотехнологиями эта фантазия превратится в реальность в ближайшем будущем.

Нанотехнологии все еще несут много удивительных сюрпризов во всех сферах жизни, с ростом населения планеты, обострением жилищной проблемы, глобальными тенденциями в области энергосбережения, использования возобновляемых источников энергии и производства экологически чистых материалов многие международные научно-исследовательские центры начали предлагать недорогие строительные материалы с нанотехнологиями, В строительстве «нано-жилья», чтобы попрощаться с использованием железобетона и дорогих строительных материалов.

Строительство является одним из наиболее перспективных современных применений этой многообещающей технологии. Технология способствует производству строительных материалов с уникальными тепловыми, электрическими, физическими, химическими и механическими свойствами. Наноструктуры будут способны противостоять высоким температурам, вредному излучению и противопожарной защите. И способность самоочищаться и здания

смогут обслуживать и устранять любые трещины и трещины на ранних стадиях, а также ремонтировать себя напрямую и автоматически. Нанотехнологии займутся производством строительных материалов для улучшения их свойств и функций, таких как материалы, используемые в красках и добавках для бетонных смесей, таких как кремнезем (кварцевый песок или диоксид кремния), цемент, гипс, плитка, керамика, Стекольная, деревообрабатывающая, сталелитейная промышленность, энергоэффективность зданий и др.. Чтобы сделать их легкими, более мощными и устойчивыми к растрескиванию, растрескиванию и коррозии, а также помочь защитить поверхности и стены от пыли и загрязнений, Устойчивость к ультрафиолетовому излучению, влагостойкость, туман на стекле, самоочистление и автоматическая очистка поверхности, а также экологические характеристики, помогающие уменьшить количество выбросов углекислого газа в окружающую среду, Безопасность экосистемы.

Например, традиционная бетонная смесь частично сделана из кремнезема, но если мы используем частицы кремнезема на нанометре в бетонной смеси, комбинация смеси будет более прочной и менее проницаемой, а это означает, что она является более прочной и долговечной, Наночастицы, или наночастицы, также могут помочь в производстве новых, более прочных, более легких, долговечных материалов, с которыми легче работать, а также они более устойчивы к ударам и землетрясениям, таким как землетрясения, и древесины, покрытая наночастицами. Становится отличным водоотталкивающим средством или «Вебер Наадروفубик», становятся поверхности, обработанные таким образом самоочистки. Нанотехнологические материалы также включены в строительные материалы, которые обеспечат раннее обнаружение повреждений, повреждений, трещин и давлений в здании, а также отслеживают изменения температуры и их влияние на здании.

Согласно отчету США о рынке «нанотехнологий в строительстве» за 2007 год, спрос США на наноматериалы в строительстве, Достигнет 100 миллионов долларов в 2011 году и подскочит до 1,75 миллиардов долларов к 2025 году. Большинство приложений будет касаться красок, за которыми следуют наночастицы и добавки для бетона, и в докладе прогнозируется, что рынок США Для наноматериалов в строительстве будет в течение 2011, 2016, 2025 г, следующим образом: в продуктах: кремнезем, глинозем, диоксид титана, дочерние металлы и нанотрубки, а также в приложениях: покрытия, наночастицы, бетонные смеси,

цемент, клеи и клеи, а также на рынке: , Окна и двери, полы, потолки и освещение, водопроводные трубы в зданиях, дороги и мосты».

Продукты нанотехнологий в строительстве уже начали выходить на рынок, такие как самоинтегрирующиеся бетонные смеси и строительные стеклянные покрытия. Они характеризуются высоким качеством, гигиеничностью, высокой прозрачностью, чрезмерной защитой, сниженными затратами на техническое обслуживание и теплоизоляционными материалами, такими как аэрогель, Прозрачный, сверхлегкий кремнезем, изготовленный из кремнезема и углерода. Он описан как высокотемпературный материал, который полезен для защиты дома от пожара. Существуют также нанокерамические пленки для теплоизоляции стекла, производимые американской компанией (geoshield), перед тем прошло Луизианский технологический и коммерческий университет при Государственном университете Луизианы Наносерамические пленки изготовлены из матовой керамики, которая обработана нанотехнологиями, что придает ей множество уникальных свойств, таких как долговечность, долговечность и высокая производительность.

Многие международные научно-исследовательские центры все еще инвестируют и ищут возможности для производства нанотехнологических строительных материалов с различными спецификациями для содействия созданию уникальных наноструктур, например, Технологический институт нанометров при Сиднейском технологическом университете, Австралия, «Нанотехнологии предоставят строительной отрасли совершенно новую панель материалов, которые могут эффективно оказать глубокое влияние на проектирование зданий. В ближайшем будущем, используя нанотехнологии, стекло сможет самоочищаться, И поэтому будущие наноструктуры будут оснащены множеством больших окон, что снизит потребность в охлаждении с помощью кондиционеров, что позволит сэкономить электроэнергию и энергосбережение, а наружные поверхности здания, окрашенные нанотехнологиями, смогут защитить здания от влаги, тепло, окисление, кальцификация и загрязнение.

SIGMA International Paints компании уже начала демонстрировать свою продукцию в области нанотехнологий в области строительства. Нанокрасочные системы благодаря своим уникальным свойствам уменьшают накопление и адгезию пыли и загрязнений на наружных поверхностях зданий, а также предотвращают попадание влаги, тепла, окисление, Непрерывное изменение цветовых оттенков, уменьшение процента того, что известно в области строительных отложений или

кальцификации, или «кальцификации», и, таким образом, адаптация здания к изменяющимся климатическим условиям, что продлевает срок службы зданий и поверхностей, а использование красок требует затрат. Более низкое и более высокое качество, чем у других типов красок, которые могут не соответствовать экологическим требованиям и условиям.

Компания «Nanofoz» в настоящее время производит нанотехнологические материалы с полной водо- и теплоизоляцией, такие как «SurfaPore C», полный гидроизоляционный материал для всех строительных материалов, таких как бетон, керамика, плитка, мрамор и все полы в ванной комнате, дерево и кухни. Как и «SurfaPore ThermoDry», теплоизоляционный материал, который снижает температуру стен, не влияя на цвет или внешний вид красок, а также служит в качестве гидроизоляции для защиты краски и стен от дождевой воды и протечек воды.

С другой стороны началась «Тата» индийского автопрома, которая ошеломила мир «Tata Nano» самый дешевый автомобиль в мире для участия в проекте «Нано жилье» для удовлетворения растущего спроса на дома в Индии, объявил в мае о своих планах построить 1000 жилых единиц за пределами Мумбаи, 7,800 до 13,400 тысяч долларов.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительнотехнологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.
2. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064.
3. Каплан М.Б. и др. Переработка строительных отходов // Строительные материалы. 6/1998. С.10-12
4. Макаров О.А., Тюменцев И.В., Горленко А.С. и др. Твердые бытовые отходы: проблемы и решения // Экология и промышленность России. М., 2006.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА В ОМАНЕ

Аль Машрафи Али Нассер Али, аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1f163b4.15787636

Аннотация. Портландцемент является одним из наиболее востребованных вяжущих веществ современности. Так же всё большую популярность с настоящее время приобретают такие разновидности цемента как белый цемент, фиброцемент, а также различные композиционные вяжущие на основе цемента. Авторами представлены новые технологии и разработки направленные на увеличения объемов выпуска цемента в Омане, а так же расширения номенклатуры его производства в этой стране.

Ключевые слова: портландцемент, производство цемента, новые исследования, цементные заводы, исследовательские работы.

Производство цемента во всем мире налажено не одинаково. Во многих странах нашей планеты объем выпускаемых цементов и композиционных вяжущих на их основе не способен удовлетворить потребности внутри страны, не говоря уже о его экспорте.

Компания Oman Cement объявила о разработке технико-экономического обоснования производства цемента совместно с компанией «Raysut Cement Company». Raysut Cement Company объявила, что завод по производству цемента, расположенный в городе Дукм будет выполнять непрерывные поставки цемента, способствуя развитию данного региона.

Во время недавнего заседания Руководящего комитета по производственному сектору объявлено, что исполнители проекта «Центральный цемент» разрабатывают технико-экономическое обоснование и по окончании научных исследований планируется заключить экономическое соглашение с правительством Дукм.

Все это направлено на увеличение объемов местного производства цемента, а так же расширения номенклатуры выпускаемых цементов. Это позволит поднять вклад в ВВП на 300 миллионов риалов, и обеспечит 1245 рабочих мест, а кроме того значительно удешевит и облегчит ведение строительных работ. Потребление цемента в Омане за последние годы выросло с 2,7 млн. тонн до 9 млн. тонн в год. Это

безусловно подтверждает не только актуальность, но и необходимость данного проекта, в том числе на срочную необходимость улучшения производственных мощностей для снижения зависимости от импорта цемента.

Статистика показывает, что 99% импорта цемента в Омане приходится на Объединенные Арабские Эмираты, что составляет 56% от фактического потребления цемента в Султанате. Остальные 44% производятся компаниями: Оман - 23%, Райсут и Аль-Мадина - 21%.

Кроме того сегодня уже на стадии подготовки находится выполнение других исследований, направленных на повышение производительности по упаковке и погрузке цемента. Ожидается, что проект будет завершен к концу этого года, и Rausut Cement планирует несколько введение новых технологий в будущем.

В своем мониторинге предложений и инициатив, вытекающих из инициатив «внедрения», в недавно опубликованной книге, в которой содержались наиболее важные инициативы и показатели, указывалось, что цементная промышленность подпадает под категорию отраслей неметаллических материалов. Неметаллические материалы являются одними из наиболее актуальных материалов в Султанате из-за быстрого развития отрасли строительства и огромного количества строительных проектов и новых инфраструктурных проектов, которые потребляют значительное количество цемента. В настоящее время Султанат полагается на импорт цемента из-за рубежа, но на оманских цементных заводах наблюдается значительное развитие в этом вопросе. Кроме того подсектор также включает производство извести, керамики, кремния и промышленных солей.

Предлагается реализовать три подпроекта, одним из которых является строительство двух новых цементных заводов. Вторым проектом является строительство по производству белого цемента. В последние годы спрос на белый цемент стремительно увеличивается: мировое потребление белого цемента выросло с 5,80 до 6,25 млн. тонн в период с 2005 по 2010 год с совокупным годовым темпом роста в 1%.

Таким образом, исследования, направленные на разработку новых эффективных вяжущих веществ на основе местных сырьевых материалов в Омане являются весьма актуальными проблемами современности, требующими проведения дополнительных исследований.

Список литературы:

1. Никитина М.А., Ерыгина А.О., Тимошенко Т.И. Оптимизация состава сырьевой смеси Серебрянского цементного завода // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №4. С. 13 – 20.
2. Гавшина О.В., Яшкина С.Ю., Яшкин А.Н., Дороганов В.А., Морева И.Ю. Исследование влияния дисперсных добавок на сроки схватывания и микроструктуру высокоглиноземистого цемента // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №4. С. 30 – 37.
3. Строкова В.В. Новые технологии производства строительных материалов на основе нетрадиционного сырья КМА // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. 2004. № 5. С. 60 – 61.
4. Лесовик В.С. Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч. 2. С. 267–271.
5. Джереми Дж. Рамсен "что такое нанотехнологии?"// Журнал восприятий нанотехнологии. 2005. Т.1. С. 3–17
6. Лесовик Р. В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05: защищена 08.05.09 / Лесовик Руслан Валерьевич. – Белгород, 2009. 496 с.
7. Aiswarya с принцем Arulraj Г и Ананд Narendran "экспериментальное исследование по бетону, содержащих нано-Метаксаолина" технические науки и технологии: международный журнал (ESTIJ) г. ISSN: 2250-3498, объем.3, № 1, а February2013.
8. Гусев Б.В. Проблемы создания наноматериалов и развития нанотехнологий в строительстве // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. М.: ЦНТ «НаноСтроительство». 2009. №2. С. 5-10. URL: <http://www.nanobuild.ru> (дата обращения: 15.01.2010).
9. Liu W.-g., Wang B.-y., Fang P., Wang X.-h., Cui B.-y A new collector used for flotation of oxide minerals // Trans. NonferrousMet. Soc. China [Электронный ресурс]. 2009. V. 19. P. 1326–1330. Режим доступа: <http://www.sciencepublishinggroup.com>.
10. Bolt G.H., Van Riemsdijk W.H. Ion adsorption on inorganic variable charge constituents // In: Soil Chemistry: B. Physicochemical Models. 1982. P. 459– 04.
11. Xiong D. SLon magnetic separator promoting Chinese oxidized iron ore processing industry // In: Proceedings "of XXIII International Mineral Processing Congres. 2006. V. 1. P. 276 – 281.

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ БЕТОНОВ

Баженов Ю.М.¹, д-р техн. наук, профессор,
Федюк Р.С.², канд. техн. наук,
Лесовик В.С.³, д-р техн. наук, профессор

¹ *Московский государственный строительный университет*

² *Дальневосточный федеральный университет*

³ *Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1472d77.15382194

Аннотация. Классифицированы высокоэффективные бетоны. Рассмотрены аспекты проектирования композитов различного функционального назначения.

Ключевые слова: фибробетон, текстильбетон, самозалечивающийся бетон, самоуплотняющийся бетон.

Преодолев в 90-е годы XX века определённый «кризис жанра», технология бетонов претерпела прорыв, который был связан в первую очередь с ее химизацией. Предшествующее этому прорыву развитие материаловедения и технологии бетонов соотносилось с решением вопросов, опирающихся, прежде всего, на механизмы «механики формирования структуры». Такой подход предусматривал получение плотнейших упаковок систем сложения заполнителей и обеспечивал получение бетонов с прочностью от 20-30 МПа, а в лучших своих решениях (с использованием высококачественных заполнителей рациональной гранулометрии, прогрессивной технологии уплотнения) - до 70 МПа. Переход на физико-химические механизмы формирования структуры и управления микроструктурой позволил получить бетоны с прочностью до 120 МПа. При этом предшествующая сумма знания в технологии бетонов не отбрасывалась, а развивалась и дополнялась новыми научными положениями. Последнее десятилетие развития технологии бетонов характеризуется становлением и применением нанотехнологических подходов. На современном этапе развития технологии бетона определяющим оказываются уже не столько проблемы прочности, сколько проблемы повышения эффективности технологии бетона и самого бетона по критериям ресурсоемкости в расчете на единицу измерения его качества [1].

Ю.М. Баженов относит к высокопрочным бетоны с прочностью на сжатие 50-100 МПа и к особо высокопрочным - с прочностью выше 100 МПа [2]. Для сравнения можно привести некоторые значения

теоретической прочности цементного камня по мнению отечественных и зарубежных исследователей. В частности, по И.Н. Ахвердову [3], теоретическая прочность цементного камня при нулевой пористости составляет 1370 МПа. По данным А.М. Невилля [4], теоретическая прочность цементного камня составляет 10500 МПа.

Ниже приведена авторская классификация современных бетонных композитов (на основе анализа мировой литературы последних лет).

Таблица 1 - Классификация высокоэффективных бетонных композитов

№ п/п	Наименование	Состав и характеристики	Литература
1	Бетон с ультравысокими потребительскими свойствами (Ultra-high performance concrete; Compact reinforced composite; Densified small-particle concrete; Fiber-reinforced high-performance concrete; High-performance fiber reinforced cement composite; Macro defect free concrete и др.)	Фиброцементный композитный материал с $R_{сж} = 150 - 250$ Мпа. Состав: обычно мелкозернистый песок, кремнеземсодержащий компонент, небольшие стальные волокна и специальный состав высокопрочного портландцемента. Существующие типы ультра-высококачественного бетона отличаются от обычного бетона, тем, что в результате сжатия происходит деформационное упрочнение, а затем внезапное хрупкое разрушение.	[5 и др.]
2	Фортификационный бетон Cor-Tuf (разработан Инженерным центром исследований и разработок Инженерного корпуса армии США)	Улучшенные защитные характеристики обеспечиваются за счет оптимально подобранного состава в следующей пропорции: портландцемент – 1,0; мелкозернистый песок – 0,967; высококремнезёмные добавки – 0,277; микрокремнезем – 0,389; суперпластификатор – 0,0171; стальная фибра – 0,310; вода – 0,208.	[6 и др.]

Продолжение табл. 1

3	Самоуплотняющийся бетон (СУБ)	<p>СУБ можно разделить на две категории:</p> <ul style="list-style-type: none"> - бетоны с высоким содержанием смешанного вяжущего (более 400 кг/м³ цемента + зола уноса + пылевидный шлак); - бетоны с добавками-модификаторами, такими как микрокремнезем и ультратонкий аморфный кремнезем (уменьшается расход вяжущего). <p>Высокоподвижные смеси: расплав конуса 550-850 мм</p>	[7 и др.]
4	Текстильбетон (Стеклофибробетон; Textile-reinforced concrete; Fabric Reinforced Cementitious Matrix; Engineered cementitious composite)	В отличие от обычного фибробетона, представляет собой семейство микромеханических материалов. Похож скорее на пластичный металл, чем на хрупкое стекло (как традиционный бетон).	[8 и др.]
5	Геобетон (геополимерный бетон, щелочеактивированные вяжущие)	Материалы с полимерной структурой молекул, которые обладают очень высокой прочностью и целым рядом особых свойств. Состав: шлак; зола уноса (или зольная пыль); жидкое стекло; гидроксид калия; специальный отвердитель; вода.	[9 и др.]
6	Самозалечивающийся бетон (Self-healing concrete; Bioconcrete; Bacterial concrete)	Бактерии внедренные в бетон, в процессе жизнедеятельности выделяют продукты кальция, заполняя им микротрещины	[10 и др.]
7	Высококачественный шлакобетон (High Performance Slag Concrete)	Стальной (медный шлак применяется в качестве наполнителя или заполнителя в высокопрочных (непроницаемых) композитах	[11 и др.]

8	Композиты, модифицированные углеродными нанотрубками	Нанотрубки ведут себя как «зародыши» кристаллов, но поскольку они имеют не точечную, а протяженную форму, кристаллы образуются вытянутые. Разрастаясь, кристаллы переплетаются, частично прорастают друг в друга и образуют пространственную сеть, пронизывающую и связывающую в единое целое всю бетонную смесь	[12-14]
---	--	--	---------

Список литературы:

1. Коротких Д.Н. Повышение прочности и трещиностойкости структуры современных цементных бетонов: проблемы материаловедения и технологии. - дисс. ... д.т.н. 05.23.05. – Воронеж, 2014. - 354 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона. – М.: АСВ, 2007. – 528 с.
3. Ахвердов И. Н. Основы физики бетона. М.:Стройиздат, 1981. 464 с.
4. Neville A.M. Brooks J.J. Concrete Technology; 2th ed. Harlow: Pearson, 2010. 442 p.
5. Yoo D.-Y., Bantia N. Mechanical properties of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete: A review. Cement and Concrete Composites. Vol. 73, 2016, Pp. 267-280.
6. Williams E. et al. Laboratory Characterization of Cor-Tuf Concrete With and Without Steel Fibers, Technical Report No. ERDC/GSL TR-02-22, U.S. Army Corps of Engineers, Engineer Research and Development Center, Washington, DC, July 2009.
7. Tabatabaeian M., Khaloo A., Joshaghani A., Hajibandeh E.. Experimental investigation on effects of hybrid fibers on rheological, mechanical, and durability properties of high-strength SCC. Construction and Building Materials, Vol. 147, 2017, Pp. 497-509.
8. Djamaï Z.I., Bahrar M., Salvatore F., Si Larbi A., El Mankibi M. Textile reinforced concrete multiscale mechanical modelling: Application to TRC sandwich panels. Finite Elements in Analysis and Design. Vol. 135, 2017, Pp. 22-35
9. Alomayri T., Shaikh F.U.A., Low I.M. Synthesis and mechanical properties of cotton fabric reinforced geopolymers composites. Composites Part B: Engineering. 2014; 60(0):36–42.
10. Wang J., Van Tittelboom K., De Belie N., Verstraete W. Use of silica gel or polyurethane immobilized bacteria for self-healing concrete. Construction and Building Materials. Vol. 26 (1), 2012, Pp. 532-540.

11. Adu-Amankwah S., Zajac M., Stabler C., Lothenbach B., Black L. Influence of limestone on the hydration of ternary slag cements. *Cement and Concrete Research*. Vol. 100, 2017, Pp. 96-109.
12. Sanchez F., Sobolev K. Nanotechnology in concrete – a review // *Construction Building Materials*. 2010. Vol.24. Pp.2060-2071.
13. Ткачев А.Г. Аппаратура и методы синтеза твердотельных наноструктур // Монография. - 2007. - С. 316.
14. Толмачев С.Н., Беличко Е.А. Повышение долговечности тяжелого бетона путем комплексной активации структурных уровней // *Строительные материалы*. 2012. №9. С. 76-78.

ИСПЫТАНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ГРАНИТА И ДОМЕННОГО ШЛАКА

Бурьянов А.Ф.², д-р техн. наук, профессор
Смирнов М.А.¹, канд. техн. наук, доцент
Новиченкова Т.Б.¹, канд. техн. наук, доцент
Стученков К.С.¹, магистрант

¹*Тверской государственный технический университет*

²*Московский государственный строительный университет*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc150b919.20138439

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию геосинтетического вяжущего вещества на основе пылевидного отхода обработки гранита, как альтернативе использованию цементных вяжущих, так как с их применением связаны такие актуальные проблемы как возрастающая нехватка компонентов самого цемента, и, следовательно, повышение стоимости на его производство и приобретение, а также причинение непоправимого вреда экологии при его производстве, в ходе выброса огромного количества углекислого газа в атмосферу.

Ключевые слова: геосинтетическое вяжущее, гранулированный шлак, геосинтетики, гидроксид натрия, щёлочной активатор.

В современном строительном производстве применяется огромное количество различных минеральных, а также органических вяжущих веществ, имеющих разнообразные индивидуальные свойства. Тем не менее, внутри многообразия минеральных вяжущих первым считается цемент. Основанием такой позиции цемента на рынке вяжущих материалов объясняется рядом положительных качеств. Одним из этих основных качеств является основательное изучение данного материала. С другой стороны, этот материал имеет и отрицательные качества, к которым можно отнести, например, вред, наносимый экологии при производстве, что в последние годы, становится все более актуальной проблемой. Ключевым направлением решения этой растущей проблемы является создание геосинтетических вяжущих веществ, и замена ими цемента.

В данной статье приведены результаты исследования геосинтетического вяжущего веществ на основе пылевидного отхода обработки базальта, а также гранулированного доменного шлака.

Предпосылками к проведению данного исследования послужили, сделанные после изучения научных источников, выводы о том, что

геополимерные вяжущие, полученные на основе смеси измельченных магматической горной породы и гранулированного доменного шлака, для твердения которой использовался комплексный щелочной активатор, в зависимости от их состава могут иметь показатели прочности, находящиеся в интервале 20...80 МПа, что вполне достаточно для получения большинства строительных материалов.

Непосредственная цель исследования заключалась в том, чтобы достичь нижнего порога этого интервала, используя полусухую смесь для создания прессованных изделий.

Научно-исследовательская работа проходила в два этапа. На первом этапе были произведены две партии образцов: в каждой партии было изготовлено по три образца на каждый из трех составов смеси.

Таблица 1 - Составы образцов

Материал	Масса, г (процентное содержание, %)		
	Состав №1	Состав №2	Состав №3
Гранит	180 (90)	160(80)	140 (70)
Шлак	20 (10)	40 (20)	60 (30)
Вода	24	24	24
NaOH	0,6	1,2	1,8

Изготавливались образцы-цилиндры с диаметром и высотой 50 мм, Изготовление первой партии образцов производилось на гидравлическом прессе при усилии в 25 МПа.

Таблица 2 - Результаты испытания первой партии образцов

Результаты испытаний					
№ сост.	№ обр.	ρ , г/см ³	m, г	R _{сж} , МПа	t, сут.
1	1	1,97	217,10	4,7	14
	2	2,00	220,20	4,6	
	3	1,99	219,30	4,7	
2	1	2,01	220,80	5,2	
	2	2,02	222,10	5,0	
	3	2,01	221,50	5,1	
3	1	2,02	222,20	5,0	
	2	2,03	223,60	4,9	
	3	2,03	222,30	5,2	

Как можно наблюдать из таблицы, при данных условиях формования мы не смогли достичь удовлетворительного результата независимо от состава испытанных образцов, и было принято решение о том, что при изготовлении второй партии образцов усилие формования будет повышено до 60 кН.

Таблица 3 - Результаты испытания второй партии образцов

Результаты испытаний					
№ сост.	№ обр.	ρ , г/см ³	m, г	R _{сж.} , МПа	t, сут.
1	1	2,00	219,70	9,3	14
	2	2,00	220,20	9,2	
	3	2,00	220,10	9,2	
2	1	2,01	221,10	10,2	
	2	2,02	221,90	9,9	
	3	2,01	221,30	10,0	
3	1	2,00	220,40	16,0	
	2	2,03	223,60	16,5	
	3	2,02	222,10	16,3	

По полученным результатам второй партии образцов, можно сделать следующий вывод: увеличение усилия при формовании поспособствовало росту прочности, без значимого изменения плотности образцов, примерно на 100 % в случае первого и второго состава, несмотря на различное содержание шлака, а в случае третьего – на 200 %, что положительно влияет на определение направления дальнейших испытаний.

Также после анализа полученных результатов второй партии образцов было принято решение на втором этапе работы продолжить дальнейшее исследование только с третьим составом, как наиболее перспективным.

На этом этапе было изготовлено девять образцов третьего состава, также были введены следующие изменения: повышение усилия формования до 80 кН, а также поддерживать это усилие 20 секунд.

Таблица 4 - Результаты испытания второго этапа

Результаты испытаний				
№	ρ , г/см ³	m, г	R _{сж.1} , МПа	t, сут.
1	2,00	220,40	19,0	14
2	2,03	223,60	19,5	
3	2,03	223,54	21,1	
4	2,04	224,69	19,7	
5	2,05	225,63	20,6	
6	2,05	225,76	21,4	
7	2,05	225,57	20,5	
8	2,02	222,25	19,1	
9	2,01	221,29	19,3	

Результаты испытания третьей партии образцов доказывают возможность достижения образцами из полусухой смеси прочности в 20 МПа, для создания прессованных изделий.

Результаты проведенного испытания позволяют сделать обоснованный вывод о том, об актуальности использования геосинтетического вяжущее, в виде полусухой смеси, на основе смеси измельченных магматической горной породы и гранулированного доменного шлака, для твердения которой использовался комплексный щелочной активатор, для создания прессованных изделий.

В ходе дальнейших испытаний планируется проведение ряда опытов для изучения других свойств изготовленных образцов, таких как водопоглощение и морозостойкость.

Список литературы:

1. Ерошкина Н.А., Коровкин М.О., Полубаров Е.Н. Свойства геополлимерных вяжущих на основе магматических горных пород. М.: Машстройиздат, 1949.
2. Глуховский В.Д., Рунова Р.Ф., Максунув С.Е. Вяжущее и композиционные материалы контактного твердения. Киев: Вишашкола, 1991. 243 с.
3. Коровкин М.О., Коровкин М.О. Кинетика твердения геополлимерного вяжущего на основе горных пород. М.: Машстройиздат, 2016.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ДОБАВОК «ПОЛИГРАН» И «SIKA-VISCOCREATE»

Васильев Ю.Э. д-р техн. наук, профессор,
Ефимов С.Н., канд. техн. наук, вед. инженер,
Альшин В.А., магистрант

*Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)*
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc15a87d4.92759281

Аннотация. В статье рассматривается самоуплотняющийся бетон и особенности его применения. Представлены промежуточные результаты испытаний с добавками «Полигран» и «Sika-Viscocrete».

Ключевые слова: самоуплотняющиеся смеси, бетонные смеси, гиперпластифицирующие добавки.

Самоуплотняющийся бетон – это материал, который способен уплотняться под действием собственного веса, целиком заполняя форму даже в густоармированных конструкциях.

История применения самоуплотняющегося бетона началась в Японии. Затем он был более детально исследован в Германии Вольфгангом Брамесхубером и его коллегами. С 2005 года данная технология используется в России [1]. В качестве примеров использования данного вида бетона возможно привести такие объекты: Левада центр, мост на остров Русский, Алабяно-Балтийский тоннель, 2-ая Ленинградская атомная электростанция, Нововоронежская атомная электростанция.

Помимо указанных конструкций, использование самоуплотняющегося бетона, на наш взгляд, актуально в опорах для многоярусных путепроводов, а также для опор мостов и эстакад, арматурные стержни у которых расположены на расстоянии 5-7 см друг от друга, т.е. такое расположение не даёт возможности уплотнять подобную конструкцию с помощью глубинного вибратора. Навесные же вибраторы при значительной толщине конструкции неэффективны.

Самоуплотняющаяся бетонная смесь способна заполнять даже незначительные пустоты при соблюдении заданного расплыва конуса, т.е. бетонная смесь как бы растекается по поверхности, заполняя весь объём густоармированного конструктивного элемента.

В лаборатории ОНИЛ «Цемент» изучаются свойства самоуплотняющихся бетонных смесей и бетонов. Известно, что для

производства качественной самоуплотняющейся бетонной смеси, помимо компонентов традиционных бетонов необходимо введение в смесь:

Микронаполнителя - т.е. молотый известняк, молотый граншлак, микрокремнезём, зола ТЭЦ увеличивает поверхность мелких фракций бетонной смеси, для предотвращения водоотделения.

Добавки гиперпластификатора, отличающейся повышенным пластифицирующим эффектом (до 40%) - для компенсации роста водопотребности. Например, гиперпластификаторы компаний Sika или BASF.

Опытами установлено, что смеси относительно небольшого распыла конуса типа SF1, т.е. 55-65 см могут быть приготовлены с использованием щебня фракции 5-20 мм. Для более высоких показателей распыла конуса SF2 (66-75 см) и SF3 (76-85 см) [3], во избежание расслоения смесей, нужно использовать фракцию щебня 5-10 мм. Это подтверждает опыт производства комбината СтройБетон. Опыт работы с СУБами показали, что для предотвращения расслоения эффективны стабилизаторы для бетонных смесей (например, Centrament) в дозировке несколько десятых долей процента от массы цемента. Производственная проверка показала, что стабилизаторы целесообразно вводить в смесь при требуемом распыле конуса более 60 см.

Исследования лаборатории ОНИЛ «Цемент», а также учёных РХТУ им. Менделеева и специалистов Мостовой инспекции говорят о том, что в присутствии гиперпластификатора и микронаполнителя в составе СУБ возникает более плотная мелкокристаллическая структура цементного камня. Это обеспечивает повышенные строительно-технические свойства самоуплотняющейся бетонной смеси по сравнению с традиционными бетонами при равных расходах цемента.

Согласно нашим исследованиям формула Болломея-Скрамтаева

$$R_{628}^{н.у.} = A \times R_{ц} \times \left(\frac{Ц}{Б} - 0.5 \right) \quad (1)$$

Для самоуплотняющейся бетонной смеси приобретает следующий вид:

$$R_{628}^{н.у.} = A \times R_{ц} \times \left(\frac{Ц}{Б} - 0.5 \right) + (12 \dots 20 \text{ МПа}) \quad (2)$$

Опыт производства СУБ в РФ говорит о том, что данный вид бетона на 20-25% дороже традиционного. Однако, в отдельных случаях (конструкции сложной геометрической формы, густоармированные изделия) произвести качественный бетон плотной структуры с требуемыми строительно-техническими свойствами без СУБ технологически невозможно.

Таблица 1 - Составы бетонных смесей и кинетика прочности бетонов при сжатии, кг/м³

№ п/п	Состав бетонной смеси, кг/м ³					Наименование и дозировка добавки, кг/м ³	Р.К., см	Средняя плотность смеси, кг/м ³	Предел прочности бетона при сжатии, МПа. Нормальное твердение в возрасте, сут.			
	Ц	М П	П	Щ	В/(В/Ц)				1	2	7	28
1	35 2	14 9	96 5	77 7	172/0, 49	Sika-viscocrete 20 Gold, 4	6 0	241 9	16, 2	33, 4	51, 2	
2	35 0	14 5	90 0	83 0	175/0, 50	Полигран П4, 3,7	5 5	240 4	18, 0			

Продолжение табл. 1

3	35 1	14 9	96 8	77 2	176/0, 50	Полигран П4, 3,5	52	24 20	17 ,8	32, 0	48, 0	60, 3
---	---------	---------	---------	---------	--------------	---------------------	----	----------	----------	----------	----------	----------

При использовании гиперпластифицирующих добавок происходит удорожание бетонной смеси на 400 - 600 руб. за м³, стоит отметить что добавку нужно очень точно дозировать и корректировать состав при замене цемента и заполнителей. Все это сдерживает применение СУБ. Цель экспериментальной части проводимых нами работ заключалась в обосновании расширения применения СУБ. В качестве аналога добавки гиперпластифицирующей Sika-Viscocrete 20 Gold производства Basf, была взята добавка Полигран П4 производства ООО “НИЦ Полигран”. Были проведены испытания для сравнения свойств и кинетики прочности бетонной смеси.

В работе использовался Портландцемент ПЦ-500-Д0-Н производства Jatenge Holeim, микрозаполнитель – минеральный порошок МП-1, песок М_{кр}=2,6, щебень гранитный фр. 5-20мм, добавка Zika-Viscocrete 20 Gold производства Basf и добавка Полигран П4 производства ООО “НИЦ Полигран”.

Некоторые из полученных результатов представлены в табл.1.

Пробными экспериментами установили, то увеличение содержания минерального порошка более 150 кг/м³, резко уменьшается сохраняемость удобоукладываемости.

Полученные в лаборатории результаты свидетельствуют о целесообразности применения добавки Полигран П4 при производстве самоуплотняющихся бетонных смесей и бетонов.

Список литературы:

1. Ефимов С.Н., Суханов М.А., Глубоков Е.В., Тарасова А.Ю. Самоуплотняющиеся бетоны. Реальность и перспективы. 72 научно-методическая и научно-исследовательская конференция МАДИ, 2014. Секция «Цементные бетоны», с 18-25.
2. Ефимов С.Н., Суханов М.А., Мелкозернистые самоуплотняющиеся бетоны. 73 научно-методическая и научно-исследовательская конференция МАДИ, 2015. Секция «Цементные бетоны», с 17-20.
3. Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» (ОАО ЦНИИС) Стандарт организации «Добавки на основе эфиров поликарбоксилатов для изготовления вибрационных и самоуплотняющихся бетонов» СТО 70386662-306-2013. Издание 2, Москва, 2013.

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СТАРЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ

**Васильев Ю.Э., д-р техн. наук, профессор,
Менькина У.О., студент,
Селезнев К.А., студент,
Рамос А.Л., инженер**

*Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc16585e4.49941232*

Аннотация. Проведен анализ результатов лабораторных испытаний органических вяжущих после моделирования 3-х состояний: исходный битум, кратковременное старение и длительное старение. Сделаны выводы о несоответствии свойств исходного органического вяжущего и входящего в состав асфальтобетонной смеси, укладываемой в покрытие, что является одной из причин сокращения срока службы дорожной конструкции.

Ключевые слова: органические вяжущие, эксплуатационное старение, технологическое старение, моделирование старения, гравиметрический состав, RTFO, DSR.

Асфальтобетон получил широкое применение в дорожном и аэродромном строительстве, как в России, так и за рубежом. Под действием нагрузок от эксплуатируемого транспорта, климатических факторов, а на аэродромах и воздействия реактивных струй отработавших газов двигателей воздушных судов асфальтобетонные покрытия постепенно разрушаются. При этом появление таких дефектов как трещины, выбоины, шелушение, выкраивание - непосредственно связанных со старением асфальтобетонной смеси и асфальтобетона, обусловлены старением органического вяжущего. Возникающие в процессе старения органического материала необратимые изменения свойств, происходят под действием внешних и внутренних факторов, таких как кислород воздуха, температура, ультрафиолетовое и радиационное излучение, вода, структурно-реологический тип битума, химико-минералогический состав минеральных компонентов, тип гранулометрии асфальтобетонной смеси, степень уплотнения асфальтобетона.

Старение битума, а, следовательно, и асфальтобетона приводит к тому, что нормативные эксплуатационные характеристики

асфальтобетонных покрытий после 6-7 лет эксплуатации не обеспечиваются, происходит снижение срока службы.

Старение битума в асфальтобетоне принято рассматривать как процесс, который происходит в два этапа:

- первый – на технологических этапах производства, транспортировки, укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси,
- второй – в процессе эксплуатации покрытия.

На технологических этапах в процессе производства, хранения в накопительном термобункере, транспортировании асфальтобетонной смеси и укладки в конструктивные слои покрытия, битумное вяжущее на поверхности минерального материала подвергается воздействию высоких температур и кислорода воздуха. Это ускоряет в нем термоокислительные процессы, изменение группового состава битума, повышает его вязкость. Производство горячей асфальтобетонной смеси осуществляется путем смешивания битума с минеральными материалами при температурах 140-165 °С, при этих же температурах происходит взаимодействие тонкого слоя битума с кислородом воздуха, приводящее к интенсивному старению битума, в результате уже на стадии производства смеси возможен переход битума в другую марку с более высокой вязкостью, и асфальтобетонная смесь перестает соответствовать первоначально подобранному составу, это является одной из причин сокращения срока службы асфальтобетонных покрытий.

Интенсивность старения битумного вяжущего в асфальтобетонной смеси, находящейся в термобункере и в процессе транспортирования, зависит от температуры отгружаемой смеси, ее состава, типа структуры материала, толщины битумной пленки на поверхности зерен минеральных материалов и степенью её структурированности.

Основными факторами, действующими на асфальтобетон на протяжении всего жизненного цикла и обуславливающие его старение на стадии эксплуатации, следует считать высокие летние температуры, воздействия кислорода воздуха, ультрафиолетовое излучение солнечного света, влаги, агрессивных химических веществ. Также существенное влияние на старение оказывает химико-минералогический состав и удельная поверхность минерального материала, входящего в состав асфальтобетонной смеси, вид и консистенция органического вяжущего и др. факторы. Старение битума в асфальтобетонном покрытии протекает значительно медленнее, чем на технологическом этапе.

Исследования механизма старения битума показали, что основными процессами, вызывающими необратимые изменения состава и структуры битумов, являются полимеризация, поликонденсация под действием тепла, оксиполимеризация компонентов битума под действием света и УФ лучей, и полиоксиконденсация под влиянием кислорода воздуха.

Доминирующей причиной старения битума в асфальтобетонных смесях и асфальтобетонах следует считать термоокисление, приводящее к изменению химического группового состава битума, в первую очередь, за счет накопления высокомолекулярных соединений. Согласно исследованиям В.В. Михайлова и А.С. Колбановской [6], структурные изменения битума при старении происходят в несколько этапов:

- образование коагуляционной сетки асфальтенов из надмолекулярных образований смол,
- ее дальнейшее формирование и развитие с последующим разрушением.

Кинетика изменения группового состава битума во многом связана с его структурно-реологическим типом. Процессы химического изменения компонентов битума сопровождаются отрывом боковых цепей, образованием свободных радикалов и процессами отщепления водорода с образованием молекул воды при взаимодействии с кислородом воздуха.

Различное влияние на интенсивность старения битумов оказывает химико-минералогический состав и текстура поверхности минеральных материалов. Так активные минеральные порошки плотной структуры (например, известняковый, доломитовый) замедляют старение асфальтобетона. Пористая структуры минеральных материалов влияет на изменение группового состава битумов (процесс избирательной фильтрации). Эффективным способом противостояния избирательной фильтрации низкомолекулярных компонентов битума в пористое пространство минеральных материалов является двухстадийная технология производства асфальтобетонной смеси, а также механохимическая активация минеральных порошков ПАВ, олигомерами, растворами полимеров при производстве асфальтобетонных смесей.

Современные физические испытания битумного вяжущего имеют значительные недостатки - основным из которых является то, что испытанию подвергаются исходные битумы соответствующие предварительно подобранному составу приготавливаемой

асфальтобетонной смеси, но в результате интенсивного старения битума происходящего на технологическом этапе жизненного цикла асфальтобетонной смеси в покрытии будет укладываться материал в состав которого входит состарившийся битум и не соответствующий подобранному составу.

В настоящее время в США действует «Программа стратегических исследований в области автомобильных дорог (SHRP)», которая направлена на разработку тестов и спецификаций для битумных вяжущих и горячих асфальтобетонных смесей на основании рабочих характеристик. Испытания и спецификация вяжущих веществ, называемых Superpave (Superior Performing Asphalt Pavement – асфальтобетонные покрытия высококачественного исполнения), которая имеет как достоинства, так и недостатки.

Одним из основных достоинств этой программы является то, что согласно техническим требованиям на вяжущие по методологии Superpave, битумное вяжущее необходимо испытывать только после моделирования трех свойственных ему критических стадий, две из которых - старение:

а) 1 стадия – это битумное вяжущее готовое к транспортировке, хранению и обработке, но до смешивания с заполнителем (исходный битум OB);

б) 2 стадия – это состаренное битумное вяжущее после приготовления асфальтобетонной смеси и укладки (кратковременное старение RTFOT) [2];

в) 3 стадия - это битумное вяжущее, которое подвергается дальнейшему старению при длительной эксплуатации (старение PAV) [4].

В лаборатории МАДИ для анализа изменения свойств битума до и после старения были проведены испытания БНД60/90 и ПБВ 60 по определению упругих свойств при многократных сдвиговых нагрузках (MSCR) с использованием динамического сдвигового реометра DSR по ПНСТ 88-2016[3]. Сущность метода заключается в многократном циклическом воздействии на образец битумного вяжущего путем приложения и снятия сдвиговой нагрузки в течение определенного времени и измерении деформации и упругого восстановления образца в каждом цикле.

Моделирование старения вяжущего материала, при приготовлении и укладке горячих асфальтобетонных смесей – осуществляется по методу старения битума в тонких плёнках с помощью прибора RTFOT.



Рисунок 1- Прибор для старения битума в тонких пленках RTFOT

С помощью метода RTFOT можно получить состаренный вяжущий материал, который затем испытывается посредством реометра динамического сдвига, а также определить изменение массы материала во время технологического старения.

Моделирование эксплуатационного старения вяжущего материала в асфальтобетонном покрытии осуществляется с помощью прибора для длительного старения PAV.



Рисунок 2 - Прибор для длительного старения битума PAV

В лаборатории кафедры дорожно-строительных материалов в Центре коллективного пользования МАДИ на реометре динамического сдвига (DSR) были проведены испытания на определение остаточной деформации и усталостное растрескивание на этих трёх стадиях.

Для анализа изменения характеристик исходного вяжущего и вяжущего, состаренного для моделирования процессов технологического и эксплуатационного старения, были взяты образцы БНД60/90 и ПБВ 60. Результаты испытаний представлены в таблице 1.



Рисунок 3 - Реометр динамического сдвига (DSR)

Таблица 1 - Результаты испытаний БНД 60/90 и ПБВ 60 на определение упругих свойств при многократных сдвиговых нагрузках (MSCR) с использованием динамического сдвигового реометра DSR по ПНСТ 88-2016

Показатели	БНД 60/90			ПБВ 60		
	Исходный материал	После старения RTFO	После старения PAV	Исходный материал	После старения RTFO	После старения PAV
1	2	3	4	5	6	7
Общая относительная деформация ползучести при нагрузке 0,1 кПа	64	64	64	64	64	64
Общая относительная деформация ползучести при нагрузке 3,2 кПа	0,7409	0,2243	-	0,7341	0,2780	0,04425
Напряжение при после снятия начальной нагрузки, кПа	32,23	9,311	-	32,50	11,21	1,513
Остаточная относительная деформация после снятия основной нагрузки 3,2 кПа	0,6714	0,1660	-	0,6319	0,2208	0,02510
Остаточная относительная деформация после снятия начальной нагрузки	32,30	9.010	-	32,62	10,96	1,077
Остаточная относительная деформация после снятия основной нагрузки	0,06948	0,05831	-	0,1022	0,05720	0,01914
Упругая относительная деформация при 0,1 кПа после снятия начальной нагрузки	-0,07519	0,3016	-	-0,1125	0,2483	0,4358
Упругая относительная деформация после снятия основной нагрузки	90,6	74,0	-	86,1	79,4	56,7
Общая относительная деформация ползучести при нагрузке 0,1 кПа	100,2	96,8	-	100,3	97,8	71,2

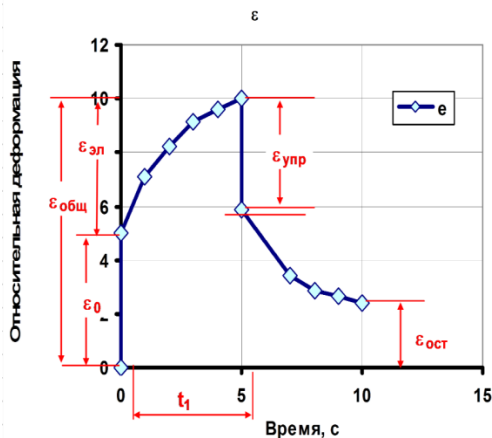


Рисунок 4 - Изменение деформации образцов в процессе испытания

Определенные свойства испытанных в лаборатории органических вяжущих основаны на характере развития деформации под действием постоянно действующей нагрузки.

Определение структурно-механических свойств на основе анализа реологического течения и широко используется исследовательской практике после второй мировой войны благодаря работам П. А. Ребиндера и его школы. Это в настоящее время является одним из наиболее объективных и доступных методов изучения этих свойств материалов с упруго-вязко-пластическими свойствами.

При этом развитие деформации во времени в упруго-пластичных материалах зависит от величины напряжения. Возможно два случая:

1. Когда действующее напряжение P достаточно мало и меньше предела упругости или предела текучести и в деформируемой среде развиваются только обратимые деформации, подразделяющиеся на два типа:

а) упругая деформация, подчиняющаяся закону Гука, когда между напряжением и деформацией существует линейная зависимость. после приложения нагрузки возникает мгновенная и спадает после снятия напряжения;

б) эластическая деформация упругого последствия, которая постепенно развивается после приложения усилия и медленно уменьшается после снятия напряжения.

В этом случае, после снятия напряжения первоначальная геометрическая форма полностью восстанавливается.

2. Когда действующее напряжение *больше* предел текучести, но меньше предельного напряжения вызывающего разрушение материала.

В этом случае в деформируемой среде во времени, превышающем время развития эластической деформации проявляется необратимая деформация вязкого и пластического течения, являющаяся. Характер кривой деформация показан на рис. 4.

Из представленных в табл. 1. результатов испытаний органических вяжущих марки 60/90 и марки ПБВ 60 следует, что упругие свойства органического вяжущего входящего в состав асфальтобетона уложенного в покрытие будут значительно отличаться от реальных в связи со старением, а следовательно асфальтобетон в конструкции не соответствует рецепту утвержденному для данных условий эксплуатации асфальтобетонного покрытия. Это является одной из основных причин сокращения сроков службы.

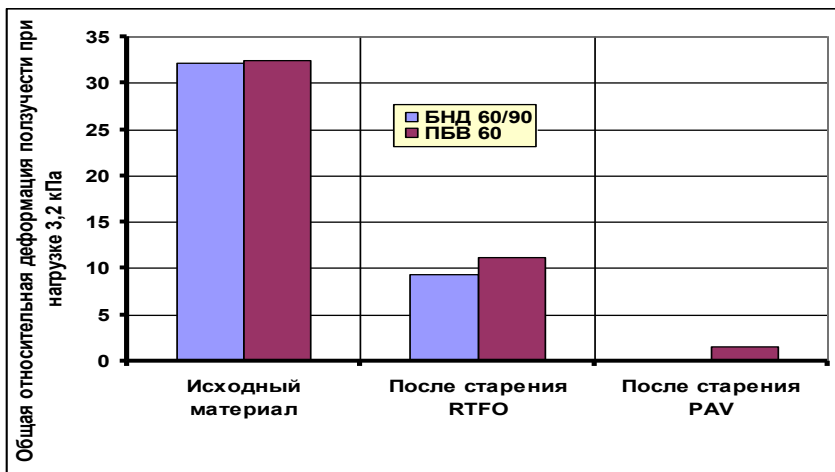


Рисунок 5- Упругая относительная деформация после снятия основной нагрузки до и после старения по методам RTFO и PAV у битума марки БНД 60/90 и ПБВ 60.

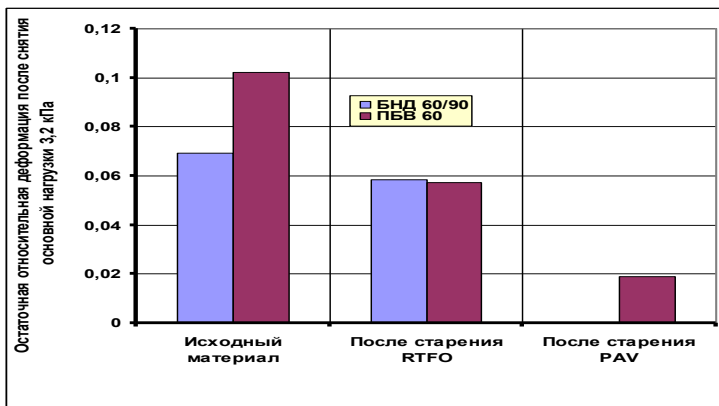


Рисунок 6- Остаточная относительная деформация после снятия основной нагрузки до и после старения по методам RTFO и PAV у битума марки БНД 60/90 и ПБВ 60.

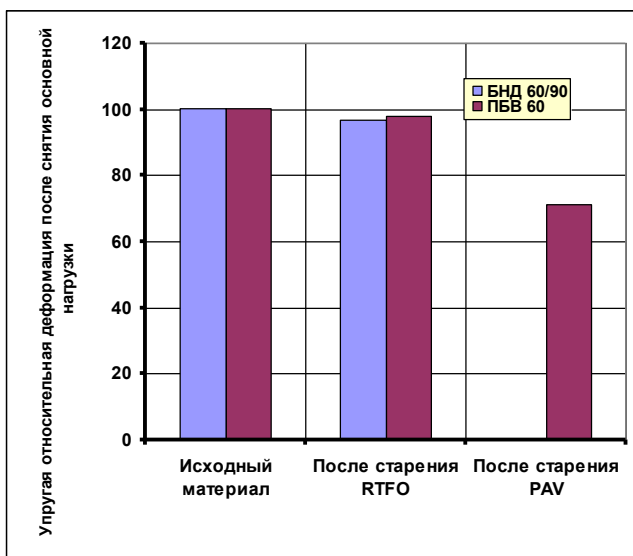


Рисунок 7- Упругая относительная деформация ползучести до и после старения ПБВ 60 по методу RTFO битума марки БНД 60/90 и и приготовленного из него ПБВ 60

В настоящее время проводятся комплексные испытания асфальтобетонных смесей различных типов и видов с оценкой динамических и усталостных характеристик как до, так и после технологического и эксплуатационного старения асфальтобетонных смесей и асфальтобетона по европейским и американским методикам.

Список литературы:

1. ГОСТ 33133-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические требования.
2. ГОСТ 33140-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Метод определения старения под воздействием высокой температуры и воздуха (метод RTFOT).
3. ПНСТ 88-2016 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Метод определения упругих свойств при многократных сдвиговых нагрузках (MSCR) с использованием динамического сдвигового реометра (DSR).
4. ПНСТ 84-2016. Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Метод старения под действием давления и температуры (PAV)
5. ОДМ 218.7.005-2008. Росавтодор. Рекомендации по методу определения устойчивости к старению вязких нефтяных дорожных битумов. – М., 2009.
6. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. М: Транспорт, 1973.
7. Гуляк Д.В. Технологическое и эксплуатационное старение дегтебетонных смесей и дегтебетонов и способы их замедления»: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Д.В. Гуляк. – Макеевка: ДонНАСА, 2010.
8. Васильев Ю.Э. Качество битума. Чем оно определяется? //Наука и техника в дорожной отрасли. 2011. №2(57). С.27-28.
9. Васильев Ю.Э., Кочетков А.В., Сарычев И.Ю., Андронов С.Ю. Особенности и проблемы обращения битума. // Строительные материалы.2013. №10. С. 32-35.

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ НЕАВТОКЛАВНЫХ СИЛИКАТНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

Володченко А.А., канд. техн. наук, доцент

Черепанова И.А. аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc171d515.68741958

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы формирования структуры неавтоклавных силикатных композитов на основе нетрадиционного сырья. Приводятся обзор влияния формируемого состава новообразований на эксплуатационные свойства композитов.

Ключевые слова. Неавтоклавные силикатные материалы, глинистые породы, алюмосиликатное сырье, тепловлажностная обработка, структурообразование

Главнейшим технико-экономическим показателем любого рода технологического производства является степень преобразования первоначального сырьевого компонента в конечный продукт. Так, исходя из практики большая доля первоначального сырья направляется в отходы, которые в основном складываются в отвалы, что в свою очередь наносит огромный вред как экологии, так и экономике.

Решение проблемы рационального природопользования [1, 2], применение природного и экологически чистого техногенного сырья [3, –6], использование новейших инновационных, энергоэффективных и ресурсосберегающих производств, направленных на решение актуальной проблемы по улучшению эффективности выпуска – новых «зеленых композитов» различного функционального назначения [7–8].

Так, среди существующих источников сырья для выпуска строительных композитов, могут быть рассмотрены нетрадиционные для строительной индустрии глинистые породы, которые сформировались в результате заключительных фаз выветривания горных пород алюмосиликатного состава, сотни миллионов тонн которых попадают в зону горных работ при добыче полезных ресурсов. Однако из всех подобных глинистых пород промышленность строительных материалов применяет лишь незначительную долю, удовлетворяющую нормативным документам.

Среди глинистых пород, имеющих промышленное значение наиболее широко распространены отложения зоны седиментогенеза. В

качестве сырья для производства строительных материалов можно использовать грубодисперсные, насыщенные тонкодисперсным кварцем глинистые породы коры выветривания зоны диагенеза, в частности, суглинки эолово-элювиально-делювиального генетического типа, которые до сих пор практически не применяются в стройиндустрии. Спецификой состава этих пород является наличие термодинамически неустойчивых соединений, таких как смешаннослойные минералы, рентгеноаморфная фаза, тонкодисперсный слабоокатанный кварц, несовершенной структуры гидрослюда, реже Ca^{2+} монтмориллонит и каолинит. Данные породы также широко распространены во многих регионах РФ и мира. Однако значительная доля этих пород не соответствует нормативным требованиям к сырью, пригодному для производства традиционных строительных материалов, но вещественный состав позволяет использовать их для получения энергосберегающих, инвестиционно-привлекательных стеновых и отделочных материалов [9–10].

Большинство глинистых пород имеют сложный полиминеральный состав. Так глинистые породы могут состоять из оксида кремния, оксидов железа, оксидов алюминия, а также алюмосиликаты. Глинистое вещество характеризуется высокой дисперсностью, что обуславливает активное взаимодействие с вяжущим компонентом (негашеной известью). Помимо глинистых минералов в состав глинистых пород входит песок и другие мелкие частицы, которые также могут обладать способностью взаимодействия с оксидом кальция (негашеной известью). Синтез новообразований при нормальных условиях происходит достаточно медленно. Для интенсификации синтеза новообразований необходимо существенное увеличение температуры при которой происходит взаимодействие составляющих глинистой породы с вяжущим компонентом.

Поэтому в производстве силикатных материалов используют автоклавы, в которых создается высокое давление и температура около ста восьми десяти градусов.

Главные свойства получаемых силикатных изделий полностью зависят от того какие новообразования синтезируются при гидротермальной обработке. Состав получаемых новообразований напрямую зависит от составляющих исходного сырья и режимов гидротермальной обработки. Следовательно, получение высококристаллизованных новообразований и плотной структуры является актуальной задачей.

Анализ исследований по свойствам новообразований в строительных системах, в частности гидросиликатов кальция показал достаточно различность их влияние на свойства строительных систем [11-16]. Так, например самыми высокими прочностными характеристиками обладают гидросиликаты кальция низкоосновной группы, а например тоберморит отличается более худшими свойствами.

Высокоосновные гидросиликаты $C_2SH(A)$ кальция имеют плохой контакт между собой (снижение прочности готовых изделий). Можно судить, что на свойства изделий влияет зона контакта между кристаллами (прочность и площадь контакта). В случае перекристаллизации новообразований (высокоосновные гидросиликаты переходят в низкоосновные – $CSH(B)$) происходит повышение свойств изделий [17].

Габитус получаемых кристаллов (новообразований) также оказывает влияние на свойства изделий [17]. Если образуются волокнистые новообразования – увеличивается показатели на изгиб. Например, если образуются новообразования в виде параллелепипеда, то показатели на изгиб меньше. Таким образом одной из целей при создании строительных композитов является управление процессами структурообразования с целью синтеза новообразований определенной структуры и габитуса.

При эксплуатации силикатных материалов происходит взаимодействие с углекислотой, которая содержится в воздухе. В результате чего происходит карбонизация компонентов, что также оказывает положительный эффект на новообразования силикатной системы, которые представляют собой гидросиликатами кальция различных групп.

Образующиеся гидросиликаты кальция различных групп в изделий на основе глинистых масс, по разному могут влиять на свойства получаемого композита [18]. Например, новообразования состоящие из $3CaOAl_2O_3 \cdot 6H_2O$ снижают показатели изделий. Однако отмечается, что изделия имеющие в составе $3CaOAl_2O_3 \cdot 6H_2O$ могут повышать значения предела прочности при сжатии в процессе эксплуатации.

Немаловажную роль на показатели готовых изделий оказывают новообразования из группы гидрогранатов [17]. Так некоторыми исследователями показано, что наличие в системе гидрогранатов повышает плотность упаковки частиц в композите, что способствует повышению показателей изделий. Однако наличие в силикатной системе гидрогранатов не всегда может приводить к повышению показателей изделий. Если в системе присутствуют гидрогранаты и

гидросиликаты высокоосновной группы (в количестве до сорока процентов), то наблюдается повышение характеристик изделий. Если образуется избыток данных двух новообразований (свыше шести десяти процентов) наблюдается снижение показателей материала.

На свойства силикатных материалов также оказывает влияние структура формируемых новообразований. Синтезируемые гидросиликаты кальция могут представлять собой как кристаллические, так и аморфные новообразования. Например, гидросиликаты кальция высокоосновной группы $C_2SH(A)$ выступают в качестве компонента формирующего плотную упаковку материала, что способствует снижению влияния разрушающих факторов.

Гидросиликаты низкоосновной группы ($CSH(B)$), представляют собой гель-фазу, которая скрепляет синтезируемые новообразования, что также способствует повышению показателей изделий.

Влияние углекислоты, содержащейся в воздухе на новообразования представленные гидрогранатами незначительно, в отличие от влияния углекислоты на гидросиликаты. Также гидрогранаты обладают сульфатостойкостью. По показателям атмосферостойкости гидрогранаты уступают гидросиликатам.

В настоящее время расширение представлений о развитии теории твердения силикатных систем получено в результатах исследований, проведенными сотрудниками БГТУ им. В.Г. Шухова.

В результате проведенных экспериментов [19, 20] установлено, что техногенное алюмосиликатное сырье, представленное глинистыми породами различного генезиса, можно использовать в качестве энергосберегающего сырья для получения эффективных высокопустотных неавтоклавных силикатных материалов. Предложен механизм структурообразования в условиях гидротермальной обработки без давления. Цементирующие соединения неавтоклавных силикатных материалов на основе техногенного алюмосиликатного сырья обладают гидравлическими свойствами, которые обусловлены процессом дальнейшего образования и перекристаллизации гидросиликатов кальция, за счет чего оптимизируется соотношение между гелевидными и кристаллическими компонентами и уплотняется структура цементирующего соединения, что ведет к повышению эксплуатационных характеристик.

**Статья подготовлена в рамках выполнения стипендии Президента РФ СП-3717.2018.1 на 2018-2019 г.г. Программа развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра Высочих Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительной-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.
2. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Крымова А.И. Синергетические принципы самоорганизации системы в теории твердения многокомпонентных порошковых композиций // Региональная архитектура и строительство. 2018. № 3 (36). С. 49-55.
3. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсосодержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 4 (640). С. 3-11.
4. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С. Особенности структуры бетонов нового поколения с применением техногенных материалов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 4 (62). С. 588-595.
5. Погромский А.С., Аниканова Т.В. влияние длительного хранения электросталеплавильных шлаков в отвалах на их свойства // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 32–39.
6. Кожухова Н.И., Строчкова В.В., Кожухова М.И., Жерновский И.В. Структурообразование в щелочеактивированных алюмосиликатных вяжущих системах с использованием природного сырья различной кристалличности // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №4. С. 38–43.
7. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные материалы автоклавного твердения на основе алюмосиликатного сырья как фактор оптимизации системы «человек - материал - среда обитания» // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2014. № 3. С. 27-33.
8. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064.
9. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. 2008. № 11. С. 42-44.
10. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Лесовик В.С., Дороганов Е.А. Оптимизация свойств силикатных материалов на основе известково-песчано-глинистого вяжущего // Строительные материалы. 2007. № 4. С. 66-69.

11. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
12. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
13. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
14. Glagolev E., Suleimanova L., Lesovik V. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 12383-12389.
15. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
16. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневецкая Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
17. Шорникова И.С., Бутт Ю.М., Кржеминский С.А.. Свойства некоторых индивидуальных гидросиликатов кальция и гидрогранатов // Сб. тр. ВНИИстром. М.: Стройиздат, 1966. № 8(36). С. 3–19.
18. Говоров А.А., Овчаренко Ф.Д., Джус Е.В., Бакушина И.В. Фазо- и структурообразование в известково-каолиновых дисперсиях при гидротермальном нагреве // СССР. 1978. Т. 240. № 2. С. 384–386.
19. Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин Сован. Повышение эксплуатационных характеристик стеновых материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 29–34.
20. Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 13–17.

ПОЛУЧЕНИЕ БЕЗОБЖИГОВЫХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

Володченко А.А., канд. техн. наук, доцент,

Гладких Е.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc17d3cc1.44943716

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос получения безобжиговых стеновых материалов с использованием глинистых пород. Приводятся достижения в области применения различных глинистых пород, с целью получения строительных материалов.

Ключевые слова: неавтоклавные силикатные материалы, глинистые породы, алюмосиликатное сырье, тепловлажностная обработка.

История применения силикатных материалов насчитывает уже более ста двадцати пяти лет. Данный строительный материал был изобретен в конце XIX века в 1880 году в Европе германским инженером. Почти всю свою историю технология изготовления данного вида материала, предъявляла очень жесткие требования по содержанию минералов глин в сырье (кварцевый песок или кварцсодержащий компонент).

На территории России широко распространены нетрадиционные для стройиндустрии глинистые породы спецификой которых является незавершенность процессов структурообразования [1-2]. Алюмосиликатные породы это природное неорганическое вяжущие. По своим характеристикам его можно отнести к вяжущим веществам воздушного твердения. Получаемый строительный материал с добавлением различного рода добавок для снижения усадки (кварцевый песок и т.п.) имеет показатели до 25 МПа.

Процесс твердения материалов на основе алюмосиликатных пород происходит с уменьшением геометрических размеров до пятнадцати процентов. Однако этот процесс обратим, и в связи с этим эти изделия под воздействием влаги утрачивают свои показатели по свойствам. Так под воздействием влаги по периметру глинистых частиц создается покрытие из пленки воды, что образует разрыв частиц. Далее в ходе дальнейшего водонасыщения происходит увеличение массы, скрепляющие связи между составляющими композита пропадают, и происходит разрушение композита.

С целью создание более совершенной структуры получаемого композита в процессе изготовления композита в смесь добавляют различные вспомогательные компоненты [3-8], такие как – армирующее волокно, золы, шлаки и т.п., но к сожалению необходимый эффект по водостойкости не достигается.

За последние полвека ученые во многих странах мира провели комплекс исследований по поиску высокоактивных добавок, которые могут повысить водостойкость изделиям из глины. В качестве подобных добавок использовали негашеную известь, деготь, цемент, жидкое стекло, органические добавки и т.п.

Проведенные в Советском Союзе исследования по получению стеновых строительных материалов автоклавным путем с добавлением глин различного генеза доказали, что возможно получать строительные стеновые композиты со стабильными свойствами [9]. В этих исследованиях показано, что при воздействии водяного пара в замкнутой системе при большом давлении с использованием глины и извести возможно синтезировать водостойкий камень. Характеристика получаемого искусственного камня будут зависеть от условий твердения и состава исходной смеси.

Другие исследования по использованию глинистых пород в технологии силикатных изделий показывают, что использование глинистых пород может существенно повышать показатели сырца, а также свойства конечного продукта [10].

Получение наиболее композитов обладающих высокими показателями на основе глинистых пород разного генезиса, возможно также за счет более близкого контакта всех составляющих системы. Данное решение возможно за счет использование прессования. Также отмечается, что применение глинистых пород в качестве активной составляющей способствует существенному снижению давление, при котором запаривают получаемый продукт [11].

Однако многие недоработки подобных исследований, и их незавершенность, и различность результатов этих исследований поставили задачи дальнейшего изучения вопроса, с целью решения проблемы по рациональному природопользованию природного сырья.

Таким образом, проведение этих исследований выявили, то, что кремнезем содержащее сырье (кварцевый песок) может быть не единственным компонентом силикатных систем (силикатный кирпич). Применение алюмосиликатных пород в небольших количествах в технологии белого кирпича оптимизирует гранулометрический состав,

увеличивает показатели сырца, что в свою очередь улучшает качество высокопустотной продукции.

В традиционной технологии используется вяжущий компонент, получаемый совместным помолом негашеной извести и кремнеземистого сырья в определенном соотношении. Использование же глины в вяжущем, способствует снижению расхода самого вяжущего до пяти десяти процентов, а также, если не снижать можно увеличить показатели готовых изделий.

Добавка глинистых пород также влияет на время изотермической выдержки (при добавлении в малой концентрации можно на 50 % сократить время изотермической выдержки). Показатели изделий при этом не ухудшаются, а в некоторых случаях (зависит от состава смеси) даже повышаются. Однако если автоклавировать по стандартным режимам, то на традиционном сырье показатели изделий выше, следовательно, использование глины в вяжущем актуально только при сокращении времени изотермической выдержки.

Отдельно стоит вопрос о влиянии минерального состава алюмосиликатного сырья, и его влияния на получаемое вяжущее [12]. Так показано, что если разделять исследуемую породы на отдельные компоненты (путем отмучивания) и вводить в вяжущее только глинистую составляющую, то происходит снижение показателей изделий по сравнению с композитом, где использовалась исключительно исходное сырье в чистом виде. Повышение показателей изделий с использованием полиминеральных пород объясняется наличием в них кремнеземистого компонента в виде мелкой фракции. Этот же факт объясняет увеличение показателей изделий в целом.

Немаловажным показателем получаемый изделий является их эстетический вид. Для придания окраса силикатному кирпичу в него вводят различные пигменты [13]. Применение в качестве сырья различных глинистых пород избавит от введения пигментов, так как в составе полиминеральных глинистых пород имеются различные природные пигменты (оксид железа, оксид хрома и т.д.) окрашивающие все породу (рис. 1).



Рисунок 1 - Глинистые породы различного окраса

Наличие в породе оксида железа придает сырью светло-коричневый цвет. Оксид марганца создаст темный цвет с бурым оттенком. В природе также бывают и голубые глины (наличие в породе оксидов никеля или оксида хлора). Наличие разных примесей будет способствовать производству эффективных окрашенных изделий (рис. 2).



Рисунок 2 - Эффективный окрашенный силикатный кирпич

Таким образом, в трудах Советских и Российских ученых очень хорошо освещались проблемы использования разного рода глин различного генеза с целью создания на их основе строительных материалов. В научно-технической литературе широко описывались вопросы связанные с применением различных глинистых пород, с целью получения строительных материалов. К сожалению должного внимания ученые не уделяли изучению влияния сложного

полиминерального состава глинистых масс на свойства получаемых композитов, что не позволило в итоге создать нормативные документы.

В БГТУ им. В.Г. Шухова проведен комплекс исследований по изучению влияния полиминерального состава глинистых масс на свойства получаемых композитов [14-16]. Проведение этих исследований показало влияние полиминерального состава глинистых масс, а также и их генезиса на синтез необходимой структуры из новообразований различной основности в силикатных материалах.

**Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра Высоких Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.
2. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные материалы автоклавного твердения на основе алюмосиликатного сырья как фактор оптимизации системы «человек - материал - среда обитания» // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2014. № 3. С. 27-33.
3. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
4. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
5. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
6. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
7. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.

8. Розенблит С.М. Повышение прочности силикатного кирпича и удешевление его путем добавки глины в сырьевую смесь // *Промышленность строительных материалов*. М., 1941. № 4. С. 27–32.
9. Будников П.П. К вопросу получения сырцовых, неразмываемых водой глин // *Сборник экспериментальных работ по исследованию глин: Труды Государственного Экспериментального Института Силикатов*. М., 1927. Вып. 21. С. 97–106.
10. Хавкин Л.М., Фурман Р.В. К динамике твердения известково-глиняных изделий в автоклавах // *Сб. тр. / РОСНИИМС*. М.: Промстройиздат, 1957. № 13. С. 23–32.
11. Будников П.П., Келлер И.М., Лаврович О.С. Изучение влияния составных частей глины на свойства известково-глиняных изделий // *Сб. тр. / РОСНИИМС*. М.: Промстройиздат, 1953. № 5. С. 3–14.
12. Троцко Т.Т., Барановский В.Б. Цветной силикатный кирпич // Киев: Изд-во «Будівельник», 1977. 88 с.
13. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064.
14. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // *Строительные материалы*. 2008. № 11. С. 42–44.
15. Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2010. № 1. С. 13–17.
16. Володченко А.Н., Жуков Р.В., Лесовик В.С., Дороганов Е.А. Оптимизация свойств силикатных материалов на основе известково-песчано-глинистого вяжущего // *Строительные материалы*. 2007. № 4. С. 66–69.

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД

Володченко А.А. канд. техн. наук, доцент,
Поспелов М.А., магистрант,
Минакова А.В., магистрант,
Швецов А.В., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc4a121b4.15057117

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос получения силикатных материалов с использованием глинистых пород. Приведены основные достижения в области получения эффективных силикатных материалов с использованием глинистых пород, в том числе неавтклавного твердения

Ключевые слова: силикатные материалы, глинистые породы, алюмосиликатное сырье, гидротермальная обработка.

В настоящее время одним из фундаментальных направлений развития строительного материаловедения является создание новых технологий производств композитов, рациональное природопользование, энергоэффективность и развитие зеленых технологий.

Один из распространенных стеновых строительных материалов – силикатный кирпич и камни. В традиционной технологии силикатных материалов, основным сырьевым компонентом выступает кварцевый песок. Привязывая себя к данному типу сырья, предприятия теряют возможность развития в стремительно развивающейся конкурентной среде.

Развитие технологии изготовления силикатного кирпича основано на достижениях многих исследователей, которые проводят научно-исследовательскую деятельность по развитию и доказательствам теорий структурообразования силикатных материалов, а также по модернизации технологии и повышению показателей силикатного кирпича. Это дает возможность создавать теоретическую базу для дальнейшего совершенствования технологии автоклавных материалов.

В результате этих работ в качестве сырья используемого в технологии силикатного кирпича используют новые виды сырья [1-4]. Внедрены многие виды промышленных отходов, например шлаки

черной и цветной металлургии, золы ТЭС, нефелиновый шлам, отходы асбестовой промышленности. Эти материалы, не обладающие вяжущими свойствами в обычных условиях, при автоклавной обработке становятся активными компонентами сырьевой смеси, что позволяет на их основе получать строительные материалы высокого качества.

В проведенных многими учеными работах экспериментально доказана возможность использования глинистых пород и производство строительных материалов на их основе с помощью автоклавной обработки. В работах проф. П.П. Будникова [5] показано, что под действием пара высокого давления на образцах, полученных с использованием глины с добавлением извести в качестве связующего, можно получить водостойкие стеновые материалы. Физические и механические свойства продукта зависят от количества извести и условий пропарки.

Более подробные исследования по использованию глины для силикатных изделий были проведены в середине XX-го века. Например, С.М. Розенблит, обнаружили, что использование глины в композиционном вяжущем для силикатного кирпича увеличивает прочность сырца и готового изделия, а также отмечалось увеличение показателей морозостойкости [6].

И.В. Курсенко [7] обнаружил, что с использованием различных глинистых пород можно получить эффективные стеновые материалы. Необходимым условием активного твердения в процессе обработки паром из этого сырья является конвергенция частиц этих смесей, что достигается прессованием. Образцы на основе лёсса с содержанием СаО 6 мас. %, сформированные при давлении прессы 190 кг / см² и запаренные при 8 атм в течение 7 часов имели прочность при сжатии 250 кг / см² и при изгибе более 24 кг / см². Результаты испытаний образцов на водостойкость и морозостойкость дали положительные результаты. В работе [7] также указано, что в отличие от продуктов из известняково-песчаных изделий, изделия с использованием глинистых пород хорошо твердеют не только в автоклаве, но также и в пропарочных камерах при нормальном давлении пара и температуре около 100 °С.

Отсутствие исследований по использованию глины в качестве компонента композитного вяжущего для силикатных продуктов, а также несогласованность взглядов исследователей по этому вопросу и проблемы, связанные с рациональным использованием природных ресурсов и расширением сырьевой базы материалов в промышленности строительных материалов послужили основой для постановки

проблемы в Институте исследований РАН по производству известковых глино-песчаных и известково-глинистых материалов методом автоклава [8-9]. Эти исследования показали отказ от теорий, согласно которым единственным кремнеземистым компонентом силикатных материалов считался кварцевый песок. Исследования показали возможность получения стеновых материалов с использованием глинистых пород, которые не уступают по физическим и механическим свойствам стеновых материалов, полученных на традиционном сырье. Исходя из этого, было доказано, что в качестве компонента кремнезема можно использовать помимо чистого кварцевого песка - пески, которые включают не только большое количество глинистых примесей, но и смесь песка и глины или только глины.

Добавление глины в виде небольших, равномерно распределенных частиц в песке улучшает зерновой состав силикатной смеси и дает ей желаемую пластичность. Это увеличивает прочность сырца и запаренного кирпича. Повышение прочности сырца позволяет производить пустотелый кирпич.

Увеличение физико-механических показателей стеновых строительных материалов с использованием глины вместо песка позволяет снизить потребление вяжущего на 30% или не изменяя его значительно увеличить показатели изделий, что, в свою очередь, приведет к увеличению показателей изделий по долговечности [10].

Было обнаружено, что введение глины значительно сократило время пропаривания. Например, с введением только 6 мас. % прочности образцов, запаренных в течение 4 часов, была равной, а в некоторых случаях на 27-36% выше, чем прочность образцов из известкового песка, пропарившихся в течение 8 часов. При увеличении содержания глины до 15-25 вес. % наблюдается дальнейшее значительное увеличение прочности образцов, пропаренных в течение 4 часов.

При запаривании в течение 8 часов наибольшую активность проявлял песок, наименьшую – глина. При запаривании в течение 4 часов глина является наиболее эффективной добавкой. Следовательно, относительная эффективность глинистых добавок с уменьшенной продолжительностью запаривания выше, чем в обычном режиме запаривания.

П.П. Будников внес большой вклад в изучение стеновых материалов автоклавного твердения с использованием глинистых пород и их влияние на показатели изделий [11-12]. В результате проведенных исследований была показана возможность увеличения физико-механических свойств материалов, полученных при использовании

глинистых пород различного происхождения в условиях гидротермальной обработки под высоким давлением. Выявлено, что полученный стеновой материал обладает гидравлическими свойствами, что приводит к росту его показателей, как в воде, так и на воздухе.

Исследования влияния минералогического состава глинистых масс на свойства композиционного вяжущего и самих стеновых материалов были впервые проведены профессором П.П. Будниковым [11].

Было обнаружено, что введение неотмученных глинистых пород в известково-песчаное вяжущее увеличивает прочность при сжатии изделий, а введение отмученных, наоборот, приводит к снижению показателей прочности. Кроме того, использование неотмученной глины приводит к более быстрому повышению показателей изделий, но при использовании мономинеральных пород этого не наблюдались.

Увеличение производительности изделий с введением в сырьевую смесь неотмученных глин проф. П. П. Будников объясняет содержание тонкодисперстного песка, в отличие от традиционно используемого песка в технологии силикатного кирпича. Присутствие тонкодисперстного песка также объясняет увеличение ускорения показателей изделий.

Наиболее подробные научные исследования по использованию глинистых пород в качестве сырья для композитных связующих в технологии силикатных материалов были проведены в БГТУ. В.Г. Шухов. Проведенные исследования показали, что можно использовать некондиционные глинистые породы, которые во многих районах попадают в зону добычи горных пород полезных ископаемых [13-14], чтобы получить высокоэффективные силикатные материалы.

**Статья подготовлена в рамках Програма развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра Высokих Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.
2. Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 13–17.
3. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064
4. Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин С. Повышение эксплуатационных характеристик стеновых материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 29-34.
5. Будников П.П. О получении глинисто-известкового кирпича // Строительная промышленность. М., 1928. № 11–12. С. 773–774.
6. Розенблит С.М. Повышение прочности силикатного кирпича и удешевление его путем добавки глины в сырьевую смесь // Промышленность строительных материалов. М., 1941. № 4. С. 27–32.
7. Курсенко И.В. Безобжиговые глино-известковые камни // Труды Киевского технологического института силикатов. Киев, 1949. Т. 2. С. 33–35.
8. Яковлев К.Ф. Автоклавные стеновые материалы из глино-известковых масс // Сб. тр. / РОСНИИМС. 1952. № 1. С. 59–80.
9. Хавкин Л.М., Фурман Р.В. К динамике твердения известково-глиняных изделий в автоклавах // Сб. тр. / РОСНИИМС. М.: Промстройиздат, 1957. № 13. С. 23–32.
10. Комохов А.П. Особенности структурообразования и свойства грунтобетона // Роль структурной механики в повышении прочности и надежности бетона транспортных сооружений: сб. науч. трудов. – Спб.: Изд-во ПГУПС, 1995.
11. Будников П.П., Келлер И.М., Лаврович О.С. Изучение влияния составных частей глины на свойства известково-глиняных изделий // Сб. тр. / РОСНИИМС. – М.: Промстройиздат, 1953. № 5. С. 3–14.
12. Будников П.П. Глино-известковый строительный материал гидротермальной обработки и теория его образования // Известия АН СССР, 1954. № 3. С. 137–145.

13. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Volodchenko A.N., Zagorodnjuk L.H. Improving the efficiency of wall materials for "green" building through the use of aluminosilicate raw materials // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 24. С. 45142-45149.
14. Володченко А.А., Загороднюк Л.Х., Прасолова Е.О., Чхин С. Нетрадиционное глинистое сырье как компонент неорганических дисперсных систем // Вестник МГСУ. 2014. № 9. С. 67-75.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Володченко А.Н., д-р. техн. наук, доцент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecd18891e0.67518356

Аннотация. Установлено, что глинистые отложения незавершенной стадии минералообразования можно использовать в качестве энергосберегающего сырья при производстве автоклавных материалов. За счет процессов, происходящих при выветривании, увеличивается энергетический потенциал породообразующих минералов. Это ускоряет в гидротермальных условиях синтез цементирующих соединений и, в конечном итоге, приводит к снижению энергозатрат при производстве автоклавных силикатных материалов.

Ключевые слова: выветривание пород, глинистое сырье, известь, силикатные автоклавные материалы.

Традиционным сырьем для получения автоклавных силикатных материалов является кварцевый песок и известковый компонент, за счет которых формируется цементирующее вещество на основе гидросиликатов кальция различной основности. При использовании алюмосиликатного сырья формируется более широкий спектр новообразований, включающий помимо гидросиликатов кальция алюминийсодержащий тоберморит и гидрогранаты, что оптимизирует микроструктуру цементирующего вещества и повышает эксплуатационные свойства как плотных, так и ячеистых силикатных материалов [1–12].

Из большого разнообразия алюмосиликатов наибольшую реакционную способность по отношению к извести в условиях гидротермальной обработки проявляют слоистые алюмосиликаты и, в частности, глинистые минералы [13–17], являющиеся одним из основных породообразующих минералов глинистых пород.

Глинистые отложения относятся к наиболее распространенным продуктам выветривания магматических и метаморфических горных пород. При экзогенных процессах выветривания каркасная кристаллическая структура полевых шпатов разрушается и, переходя через псевдоаморфное состояние, формируется слоистая структура глинистых минералов. При выветривании кислых пород образуются глины преимущественно каолинитового состава, а основных пород –

минералы монтмориллонитовой группы.

При этом переходе образуются породы промежуточной стадии выветривания, которые преобладают в природе.

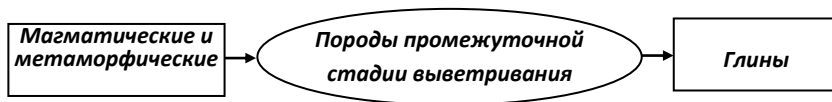


Рисунок 1 - Трансформация вещества при выветривании пород

В начальной стадии начала химического выветривания происходит формирование дефектов структуры силикатов и алюмосиликатов, образуется гидрослюда, смешаннослойные минералы, тонкодисперсный слабоокатанный кварц, рентгеноаморфная фаза. Такие породы, образовавшиеся после сиаллитной и частично кислой сиаллитной стадии выветривания, за счет термодинамической неустойчивости проявляют высокую активность по отношению к извести в гидротермальных условиях, что позволяет управлять процессами фазообразования силикатных автоклавных материалов и обеспечить высокие физико-механические показатели изделий.

Промышленность строительных материалов в настоящее время использует преимущественно исходные породы и продукты последней стадии выветривания, к которым относятся каолиновые и монтмориллонитовые глины, а также бокситы. Породы промежуточной стадии выветривания практически не используются.

Глинистые отложения, относящиеся к породам незавершенной стадии минералообразования, не имеют постоянного состав и строение. Кристаллохимической особенностью породообразующих минералов является повышенное количество дефектов кристаллической структуры, а также неупорядоченность в слоистой структуре минералов. Поверхность кварца таких пород частично аморфизирована. Строение глинистых минералов, состоящих из чередующихся слоев кремнекислородных тетраэдров и гидроксильных октаэдров, позволяет считать их наноразмерными объектами с размерами менее 100 нм. Таким образом, ввиду специфики состава глинистые породы незавершенной стадии минералообразования можно использовать в качестве энергоэффективного сырья при производстве силикатных материалов автоклавного твердения.

Установлено, что в известково-песчано-глинистой системе новообразования образуются преимущественно за счет взаимодействия

известкового компонента с глинистыми минералами (рис. 2, *а*). Кварц с известью в этой системе почти не реагирует, в отличие от известково-песчаной смеси, в которой цементирующее соединение формируется, в том числе, и за счет крупнодисперсного кварца (рис. 2, *б*).

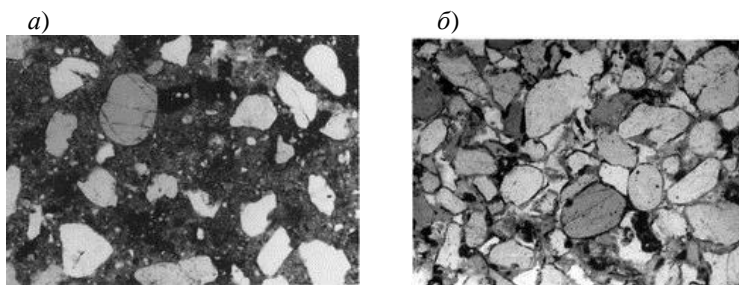


Рисунок 2 - Микроструктура силикатных материалов, $\times 100$:
а – на основе глинистой породы; *б* – известково-песчаные (контрольные)

Глинистые породы незавершенной стадии минералообразования широко распространены как на территории Российской Федерации, так и зарубежных стран. Для изучения возможности повышения эффективности производства автоклавных силикатных материалов были использованы глинистые отложения кор выветривания территории Курской магнитной аномалии (КМА), Архангельской алмазонасной провинции (ААП), а также Республики Йемен.

Установлено, что использование глинистого сырья в сырьевой смеси повышает прочность сырца прессованных материалов в 3–6 раз, что позволяет облегчить производство высокопустотных изделий с пустотностью 40–50% и пределом прочности при сжатии 12,5–20 МПа при средней плотности 900–1200 кг/м³. Морозостойкость прессованных материалов составляет 33–50 циклов.

С использованием изучаемого сырья разработана энергосберегающая технология производства ячеистых автоклавных силикатных материалов, в частности, конструкционно-теплоизоляционного и теплоизоляционного назначения. Марка по средней плотности конструкционно-теплоизоляционных материалов соответствует D500–700 (класс прочности на сжатие В2,5 и В3,5). Для теплоизоляционных материалов марка составляет D350 и D400 при прочности на сжатие от 0,7 до 2,4 МПа. Теплопроводность таких

материалов составляет 0,053–0,09 Вт/(м·°С). Морозостойкость конструкционно-теплоизоляционных изделий составляет в пределах 15–25 циклов.

За счет высокой активности глинистого сырья существенно (в 2–3 раза) сокращается время изотермической выдержки изделий в автоклаве без снижения прочностных и эксплуатационных показателей. При этом возможно снижение давления автоклавной обработки. За счет этого снижаются энергозатраты на производство.

Таким образом, глинистые отложения незавершенной стадии минералообразования можно отнести к энергонасыщенным породам и их можно использовать в качестве энергосберегающего сырья при производстве автоклавных силикатных материалов. Итогом экзогенных процессов выветривания является частичная дезинтеграция пород, в кристаллической решетке породообразующих минералов формируются дефекты, а также происходит частичная аморфизация, что приводит к увеличению энергетического потенциала породообразующих минералов. Это ускоряет в гидротермальных условиях синтез цементирующих соединений и, в конечном итоге, приводит к снижению энергозатрат при производстве автоклавных силикатных материалов. Использование пород подобного состава и свойств существенно расширит сырьевую базу силикатного производства.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника как междисциплинарное направление в архитектурной науке и практике / В.С. Лесовик, М.В. Перькова, В.Б. Бабаев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 74–79.
2. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья / В.С. Лесовик // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.
3. Лесовик В.С., Володченко А.А. Влияние состава сырья на свойства безавтоклавных силикатных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 1. С. 10–15.
4. Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 13–17.
5. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H. Volodchenko A.N., Kuprina A.A. The Control of Building Composite Structure Formation

- Through the Use of Multifunctional Modifiers // Research Journal of Applied Sciences. 2016. Т. 10. № 12. С. 931-936.
6. Володченко, А.Н. Силикатные материалы на основе вскрышных пород архангельской алмазоносной провинции / А.Н. Володченко, Р.В. Жуков, С.И. Алфимов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: технические науки. 2006. № 3(135). С. 67-70.
 7. Володченко А.Н. Алюмосиликатное сырье для получения автоклавных отделочных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 2. С. 172–177.
 8. Володченко А.А. Влияние режима гидротермальной обработки на свойства силикатных материалов // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-6. С. 1333-1337.
 9. Володченко А.А., Поспелов М.А. Влияние полифункционального алюмосиликатного сырья на процессы структурообразования силикатных систем // Уральский научный вестник 2017. Т. 11. № 3. С. 039-041.
 10. Володченко А.А., Загороднюк Л.Х. Нетрадиционное сырье для стеновых материалов // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 9 (28). С. 27-29.
 11. Елистраткин М.Ю., Кожухова М.И. Анализ факторов повышения прочности неавтоклавного газобетона // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 59–68.
 12. Алфимова Н.И., Пириева С.Ю., Гудов Д.В., Шураков И.М., Корбут Е.Е. Оптимизация рецептурно-технологических параметров изготовления ячеистобетонной смеси // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 30–36.
 13. Лесовик В.С., Володченко А.А. К проблеме техногенного метасоматоза в строительном материаловедении // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 4. С. 38–41.
 14. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 19. С. 40617-40622.
 15. Володченко А.Н. Влияние механоактивации известково-сапонитового вяжущего на свойства автоклавных силикатных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 3. С. 12–16.
 16. Ямб Эммануэль, Чему Жилберт, Лесовик В.С., Володченко А.Н. Строительные материалы на основе латеритных пород Камеруна и цемента // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 27–33.
 17. Володченко А.Н., Строкова В.В. Особенности технологии получения конструкционно-теплоизоляционных ячеистых бетонов на основе нетрадиционного сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 138–143.

КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕКЛОБОЯ

Воронцов В.М., канд. техн. наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc193ba32.11755314

Аннотация. Исследовано влияние тонкомолотого стеклобоя на свойства композиционного вяжущего состава портландцемент-стеклобой. Установлено, что тонкомолотый бой стекла тонкости помола, соизмеримой с дисперсностью цемента, является активным компонентом системы, способствующим повышению прочности композиционного вяжущего при пониженных значениях плотности.

Ключевые слова: стеклобой, композиционное вяжущее, аморфный силикатный материал, проблемы утилизации боя стекла, химически активный наполнитель, техногенное сырье для стройиндустрии.

Среди всего многообразия техногенных отходов, которые в больших количествах сбрасываются в отвалы, значительная часть приходится на бой стекла. Объем отходов стекла только по России составляет более 4 млн. тонн в год. Большая его часть попадает на свалки, способствуя их быстрому заполнению и тем самым, загрязняя окружающую среду. А между тем бой стекла является эффективным вторичным ресурсом, который может быть использован строительной индустрией при получении связующих, растворов, бетонов и конструкций на их основе.

С точки зрения физико-химического строения стеклобой можно рассматривать как минеральный ресурс, аморфный силикатный материал антропогенного происхождения. Причем по своим структурно-механическим свойствам стеклобой обладает высокой прочностью и может быть использован в качестве наполнителя в бетонных композиционных изделиях. Такое решение проблемы стеклобоя позволит не только получить новые конструкционные материалы, обладающие рядом ценных эксплуатационных свойств, но и минимизировать антропогенное воздействие боя стекла на окружающую среду.

Стеклобой является трудноутилизируемым отходом, не подвергающимся воздействию воды, атмосферных явлений (осадков, солнечной радиации, температурных перепадов) и не разрушающимся

под воздействием органических, минеральных и биологически активных организмов. В то же время стеклобой представляет собой смесь стекла различного химического и фракционного состава, обладает широким спектром технических и технологических характеристик: химической стойкостью, твердостью, прочностью, широким вязкостным диапазоном и потому является ценным минеральным ресурсом. Утилизация стеклобоя в промышленности строительных материалов позволит решить следующие задачи: экономия природных ресурсов, уменьшение вредных выбросов при производстве стекла, снижение объемов накопления стеклобоя.

В составе стеклобоя содержится активный аморфный кремнезем, в связи с чем он характеризуется высокой реакционной способностью по отношению к щелочам, образующимся при гидролизе клинкерных минералов. На реакционную способность стеклобоя оказывают существенное влияние следующие факторы: химический состав, исходная удельная поверхность, условия твердения.

В качестве стеклобоя в настоящем эксперименте была использована смесь боя оконного и тарного стекла, среднестатистический химический состав приведен в табл. 1 [1]:

Таблица 1 - Среднестатистический химический состав стеклобоя

Оксиды	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O+K ₂ O
Оконное	71,8–72,5	1,5–2,0	3,5–4,1	6,5–6,7	Сл–0,2	14,0–14,8
Тарное	71,5–73,7	0,2–3,3	1,7–3,2	5,2–9,1	0,1–0,6	15,2–16,0

Как показывают данные химического анализа, в составе стеклобоя превалирует в основном кремнезем (его содержание превышает 70 % по массе), большое содержание представляют щелочные оксиды и оксид кальция. Все составляющие представлены аморфными фазами.

Бой оконного и тарного стекла был предварительно раздроблен в лабораторной щековой мельнице и измельчен в фарфоровой шаровой мельнице до удельной поверхности, соизмеримой с таковой для портландцемента. Использовался портландцемент производства «ОАО Себряковцемент» – ЦЕМ II/A–Ш 42,5Н, ГОСТ 31108–2003, S_{уд.} = 323 м²/кг. Удельная поверхность стеклобоя после измельчения составляла 313 м²/кг.

Сухие смеси для получения композиционного вяжущего составов цемент-стеклобой (в разных соотношениях) подвергались совместному помолу до S_{уд.} около 500 м²/кг, увлажнялись водным раствором, содержащим суперпластификатор Muraplast FK 19. Содержание

суперпластификатора составляло 0,1 % от массы цемента. После увлажнения из полученного теста вяжущего формовались на встряхивающем столике образцы-кубики с длиной ребра 3 см. Образцы выдерживались в течение суток в условиях естественного твердения, извлекались из форм и подвергались тепловлажностной обработке в лабораторной пропарочной камере по режиму 2+6+2 ч при температуре 85°C. После пропаривания и последующего высушивания образцы подвергались физико-механическим испытаниям. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты испытаний образцов композиционного вяжущего

№ п/п	Состав, масс. %		Параметры помола исходной смеси		Показатели образцов после пропаривания		
	Цемент	Стеклобой	S _{уд.} , м ² /кг	D _{ср.} , мкм	Плотность, кг/м ³	R _{сж.} , МПа	Прирост прочности
1	100	-	5490	3,6	1942,3	34,11	1
2	90	10	4945	4,1	1923,9	37,34	1,1
3	80	20	4929	4,2	1907,4	38,33	1,12
4	70	30	5150	4,1	1901,9	41,50	1,22
5	60	40	5111	4,2	1877,5	42,95	1,26
6	50	50	5250	4,2	1856,4	38,80	1,14

Как показали результаты (см. табл. 2), стеклобой является активным компонентом в сочетании с портландцементом при получении композиционного вяжущего. При достижении примерно равной тонкости помола в одинаковых условиях твердения образцы композиционного вяжущего имеют тенденцию к снижению плотности с ростом содержания стеклобоя, при этом наблюдается прирост механической прочности, максимальное значение которого (1,26) приходится на образцы 5-го состава.

Таким образом, получено композиционное вяжущее с использованием тонкомолотого стеклобоя пониженной плотности и повышенной в 1,26 раза прочности. Судя по результатам, тонкомолотый стеклобой представляет собой не инертный, а химически активный наполнитель, способный взаимодействовать с продуктами гидролиза клинкерных минералов. Оптимальная концентрация стеклобоя в композиционном вяжущем – 40 мас. %.

Список литературы:

1. Белокопытова, А.С. Разработка процессов утилизации стеклобоя путем создания композиционных материалов : дис. канд. техн. наук : 03.00.16 / Белокопытова Анна Сергеевна. – М., 2006. – 221 с.

КОМПОЗИТЫ ДЛЯ 3-Д АДДИТИВНОГО МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Глаголев Е.С., канд. техн. наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc19d7f30.78947011

Аннотация. В статье рассматривается перспектива разработки композитов для 3-Д аддитивного малоэтажного строительства. Предлагается обратить внимание на использование неавтоклавного монолитного пенобетона в силу его экономичности и простоты производства, экологичности, теплоизолирующих и акустических свойств.

Ключевые слова: аддитивные технологии, композиты, вяжущие, наполнители, монолитный пенобетон, опалубка, опокovidный мергель.

Аддитивные технологии или технологии послойного синтеза-сегодня одно из наиболее динамично развивающихся направлений в науке. За достаточно короткий процесс времени, прошедший с момента появления 3D- принтера, люди научились печатать посуду, игрушки, машины и даже человеческие органы и ткани. Номенклатура предметов, которые могут быть напечатаны при помощи трехмерного принтера, постоянно расширяется.

На строительном рынке России в последние годы появляется большое количество современных высокотехнологичных строительных технологий и материалов, однако отсутствие серийного производства строительных композитов для 3-Д печати остается важной проблемой [1–3].

Следует отметить, что по мнению многих исследователей и специалистов для широкого применения аддитивных технологий в строительстве самым узким местом являются рабочие смеси для 3-Д принтеров. Строительный принтер в новой технологии является не самым технически сложным звеном, так как конструкция самого принтера в принципе решена: это или в виде козлового или мостового крана и в виде стрелы манипулятора [4].

В России в Ярославской области с.Сопелки построен самый первый в Европе жилой дом по всем правилам жилищного строительства с использованием 3-Д технологии. Фундамент и крыша дома возводились по традиционной технологии, а наружные и внутренние стены по новой аддитивной технологии. Группа компаний «АТМСпецавиа»,

осуществляющая строительство дома, стала первым серийным производителем строительных 3-Д принтеров различной модификации, дополнительного оборудования к ним и разработчиком широкой гаммы строительных смесей: высокопрочные цементные смеси, каолиновая смесь, мелкодисперсная цементная смесь [5].

Работы по созданию технологии и оборудования для 3D - аддитивных технологий продолжают во многих странах мира, но научного обоснования, какие нужны строительные композиты, технологии и законы для создания этих композитов в настоящее время отсутствует.

При проектировании композитов должны закладываться системы взаимодействия с окружающей средой, позволяющие материалам реагировать на внешние воздействия и положительно влиять на триаду «человек-материал-среда обитания», это композиты будущего.

Разработан целый спектр строительных композитов на основе быстро - твердеющего водостойкого гипсового вяжущего, модифицированного различными видами добавок (минеральных наполнителей, микрофибры, ускорителей твердения, супер- и гиперпластификаторов и др. [6, 7].

Высокодисперсные наполнители, получаемые тонким измельчением техногенного сырья (отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, отсева дробления кварцитопесчаника, бетонного лома), сырьевых материалов природного происхождения (кварцевого песка, опоки, перлита, туфа) и др., способствуют эффективному управлению процессами внутреннего структурообразования композитов, обеспечивая высокое качество изделий на их основе.

В последнее время возрос спрос на изделия из неавтоклавного пенобетона в силу экономичности и простоты производства, экологичности, теплоизолирующих и акустических свойств. Особенно широкую известность приобретает монолитный пенобетон [8].

Обладая рядом преимуществ, пенобетон является экологически чистым материалом, так как в своем составе не содержит химически вредных веществ, стены из пенобетона легко обрабатываются, устойчивы к влаге, звукопоглощение зданий и сооружений соответствует требованиям действующих нормативных документов. Дома из монолитного пенобетона по комфортности занимают второе место после деревянных, которые считаются эталоном.

Для возведения монолитных конструкций применяют опалубку, которая может быть съёмной или несъёмной (рис.1).

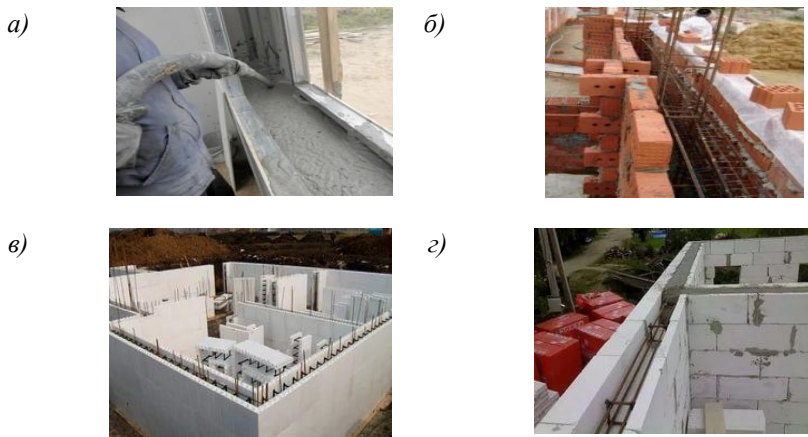


Рисунок 1 – Съемная (а); несъемная (б) опалубки; в) виды установки съемной опалубки; г) устройство армирующего пояса из пеноблоков.

Плюсы монолитного строительства зданий несомненны – возможность получения конструкций разнообразных форм и размеров, отсутствие швов, высокая прочность и абсолютная жесткость конструкции, высокая скорость работ. Преимуществом монолитного строительства перед строительством из кирпича или блоков является полная независимость от типоразмеров строительных элементов. Зданию или сооружению при помощи опалубки можно придать любую, даже самую замысловатую форму – это предоставляет необычайно широкий простор для архитектурной и дизайнерской фантазии. Кроме того, при монолитном строительстве весь производственный цикл строительного материала переносится непосредственно на строительную площадку. Возникает необходимость только в доставке бетона и элементов опалубки, что намного проще и легче осуществить, чем доставку кирпича или блоков.

В соответствии с вышеизложенным с использованием вяжущих на основе клинкера и опоковидного мергеля предлагается проектировать пенобетон для монолитного строительства. Это связано с тем, что в составе опоковидного мергеля наряду с кальцитом и глинистыми минералами присутствует цеолит и опал, позволяющие ускорить процесс схватывания пенобетонной смеси в оптимальном параметре. В результате взаимодействия аморфных составляющих мергеля с выделяющимся при твердении клинкерных минералов, формируются

гидросиликаты кальция второй генерации, образуя плотную межпористую перегородку и упрочняя композит в целом [7, 8]

Таким образом, разработка составов строительных композитов, в том числе и порошковых [9], а также организация их производства для аддитивных технологий позволит:

- обеспечить строительную отрасль промышленности изделиями сложной формы, с высокими эксплуатационными характеристиками;
- исключить технологическую зависимость от зарубежных компаний - поставщиков изделий для отечественного производства;
- снизить себестоимость изготовления изделий сложной формы за счет отказа от дорогостоящих операций механической обработки;
- повысить конкурентоспособность высокотехнологичных изделий на международном и отечественном рынках;
- многократно сократит сроки строительства и др.

Список литературы:

1. Малышева В.Л., Красимилова С.С. Возможности 3D принтера в строительстве // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. № 12-2. 2013.
2. Елистраткин М.Ю., Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Глаголев Е.С. О развитии технологий строительной печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 5. С. 11–19.
3. Денисова Ю.В. Аддитивные технологии в строительстве // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №3. С. 33–42.
4. Печать домов на 3D принтере [Электронный ресурс] / Режим доступа <http://make-3d.ru/articles/3d-printer-dlya-pechati-domov/>
5. «Спецавиа». Первый опыт печати зданий на 3D принтере [Электронный ресурс]. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/specavia/first-experience-printing-on-building-a-3d-printer/>
6. Лесовик В.С. Белгород, 2015. Интеллектуальные строительные композиты для 3D-аддитивных технологий / В сборнике: Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических Баженова Юрия Михайловича. БГТУ им. В.Г. Шухова. С. 356-362.
7. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография/ Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 196 с.
8. Глаголев Е.С. Воронов В.В. Композиционное вяжущее с использованием опоквидного мергеля и пенобетонных смесей для монолитного строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 8. С. 109–116.

9. Глаголев Е.С., Воронов В.В. Эффективное композиционное вяжущее для монолитного пенобетона // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 6. С. 79–84.
10. Толстой А. Д. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ковалева И.А. Порошковые бетоны с применением техногенного сырья / Научно-технический журнал. Москва: Вестник МГСУ. 2015. №11. С. 101–10.

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Гридчин А.М., д-р техн. наук, профессор,
Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, доцент,
Ерофеев В.Т., д-р техн. наук, профессор,
Аласханов А.Х., канд. техн. наук,
Науменко Н.А., студент,
Туцкая И.Н., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1adddd5.60124996

Аннотация. В данной статье были рассмотрены различные способы решения проблемы переработки и утилизации отходов строительного комплекса на территории РФ. Также было показано, что большую роль в решении данной проблемы играют особые технологии переработки отходов. Особое внимание обращается на специальную технику для вторичного использования строительных отходов.

Ключевые слова: строительные отходы, технологии, переработка, рециклинг.

С каждым годом из-за строительства инфраструктурных объектов в крупных городах увеличивается количество промышленных отходов [1-6]. Большая часть отходов вывозится на полигоны, загрузка которых приближается уже к критической отметке. Неудивительно, что сейчас тема утилизации строительного мусора очень актуальна. Ежегодно в России образуется 15-17 млн. тонн строительных отходов. Строительный мусор имеет 4-й класс опасности, поэтому вывоз и утилизацию строительного мусора необходимо производить с соблюдением всех правил безопасности. Согласно действующему законодательству вывоз крупногабаритного мусора в столице и других городах РФ осуществляется только на специально оборудованные полигоны. Далее захоронение отходов выполняется согласно установленным стандартам. Специализированные компании, которые оказывают услуги по вывозу строительного мусора обладают лицензией на деятельность по вывозу отходов и могут предоставить все необходимые документы о месте размещения отходов. Но сейчас главной проблемой утилизации строительных отходов становится не транспортировка, а вторичное использование и экологичное захоронение. Что происходит со строительным мусором после вывоза?

Перед каждым предприятием, которое ведет строительную деятельность, встает вопрос, как избавляться от строительных отходов. Например, крупные строительные фирмы могут вывезти мусор на какой-нибудь другой объект, где заливается фундамент. Мелким компаниям остается либо вывозить мусор на городские свалки, либо сотрудничать с крупными фирмами. А для того, чтобы далеко не вывозить мусор, можно организовать переработку прямо на месте. Для этого существуют передвижные дробилки. Однако строительная дробилка стоит недешево, поэтому чаще всего отходы вывозятся на полигоны.

Утилизация строительного мусора имеет свою специфику: из-за веса и крупных габаритов возникают сложности при складировании, сборе и транспортировке для утилизации на полигонах. В зависимости от вида образующихся отходов, а также класса их опасности, сбор и временное хранение должны осуществляться отдельно. Размеры участка для сбора и временного хранения отходов, количество бункеров-накопителей заранее должны быть рассчитаны на определенный объем образующихся отходов. Площадка должна быть расположена так, чтобы не создавать помех для проезда спецтехники, отходы должны вывозиться с площадки по мере накопления, но не реже чем 1 раз в 7 дней. Если отходов производитель на строительной площадке не использует образующиеся отходы на своей стройплощадке с целью получения вторичного сырья и дальнейшего использования в производственном процессе, (например из боя бетона, боя железобетона, боя кирпича, щебня потерявшего потребительские свойства путем дробления на дробильных комплексах можно получить вторичный щебень), отходы вывозятся для получения вторичного сырья на специализированные полигоны, имеющие разрешительную документацию и возможность принимать строительный мусор. Услуги по вывозу строительного мусора в крупных городах требуют особого подхода к организации перевозки, так как из-за развитой транспортной сети и высокой загруженности дорог процесс транспортировки строительного мусора на полигоны усложняется.

Сегодня компании по переработке строительного мусора ведут активный поиск технологий переработки строительных отходов. Если говорить об утилизации отходов строительства, то ее можно осуществлять в двух направлениях. Надо отметить, что переработка строительного мусора стоит значительно дешевле, чем закупка новых стройматериалов. Тем не менее в процессе переработки вторая жизнь дается многим материалам: асфальтобетон, бой бетона, бой

железобетона, кирпичный бой, лом черных и цветных металлов, древесина, старые шины, отходы кровельных материалов и многое другое. Или повторное использование отдельных частей здания в новом строительстве [7].

Согласно современной классификации ТБО к строительному мусору относят твёрдые бытовые отходы образовавшиеся в результате строительства. Остатки материалов, металлические отходы, куски кирпича и напольного покрытия – вот далеко не полный перечень отходов, которые относят к строительному мусору.

Утилизация строительных отходов – является одной из главных проблем в сфере улучшения экологической ситуации. Ежедневно производится большое количество строительных отходов, которое нужно утилизировать. Но к сожалению, нынешние методы утилизации зачастую не эффективны и не дают в результате ожидаемого эффекта – чистоты окружающей среды.

Так, например, стандартным способом сноса здания считается его демонтаж. При этом образуется огромная куча строительного мусора, которую самосвалами вывозят в места утилизации. Проблема в том, что подобных мест с каждым годом становится все меньше и меньше. И это при том, что снос зданий очень прибыльный бизнес. Объемы застройки постоянно растут, и вместе с ними растет количество сносимых зданий. И невозможно представить сколько образуется строительного мусора при строительстве различных зданий и сооружений. Значит нужно эффективно перерабатывать строительные материалы. Так какие же существуют эффективные способы утилизации строительных отходов?

Рассмотрим, как происходит переработка строительного мусора (рециклинг). Эта процедура обеспечивает повторное использование уже бывших в употреблении материалов – старого асфальта, стекла, железобетонного лома и пластика, кирпича и т.д. Рециклинг позволяет значительно экономить средства: материал не нужно вывозить со строительной площадке, то есть тратить деньги на погрузку, транспортировку и разгрузку, не нужно оплачивать место на свалке. К примеру, покупатели вторичного асфальта или арматуры для вывоза могут использовать собственный транспорт.

Там, где производился снос сооружений, всегда предполагается новое строительство. А значит, будет необходим бетон. При производстве бетона выгоднее и дешевле добавлять в него дробленый бетон, чем использовавшийся ранее портландцемент. Пылевидный наполнитель по характеристикам ему не уступает, а делает материал в итоге более прочным.

А для этого нужна специальная техника. И действительно, в мире придумали специальные машины для переработки бетона. Техника, призванная обеспечить переработку бетона, – это специальная установка (в ней бетон разделяется на компоненты) и погрузчик вакуумный. Преобразование отходов осуществляется сразу на заводах, вторичное использование шлака позволяет сэкономить на изготовлении новых объемов, а непригодной массы при этом не остается. В настоящее время уже разработана автоматическая система рециркуляции отходов бетона. Основное назначение комплекса заключается в промывке, разделении и вторичном использовании не нужного бетона. Может применяться для полной переработки утильсырья, оставшегося после промывки смесителя РБУ, для переработки отходов производства, утильсырья и остатков бетона из автомиксера. Система производит промывку и разделение бетона на твердые составляющие. Тщательная переработка утильсырья, до последней капли воды, и до последнего камушка, а затем и их вторичное использование, позволяют значительно сэкономить на расходных материалах, сократить себестоимость производства, улучшить экологическую ситуацию, и получить хорошую экономическую выгоду. Данное оборудование разработано в интересах защиты окружающей среды, и в полной мере соответствует всем современным требованиям, предъявляемым к компаниям данной сферы деятельности. Посредством вторичного использования сырья, система рециклинга позволяет создать «зелёное» и экономичное производство [8].

В большинстве Европейских стран для утилизации и переработки строительных отходов созданы специализированные предприятия, на которых мусор перерабатывают с целью дальнейшего использования. В нашем регионе проблема строительных отходов по-прежнему стоит достаточно остро, ежегодно тонны строительных отходов вывозят на городские свалки. Далее рассмотрим более подробно классификацию строительных отходов и способы их утилизации.

На сегодняшний день существует три основные категории строительных отходов. В зависимости от объёмов и особенностей материалов весь строительный мусор делят на: 1) крупный строительный мусор. К этой категории относят весь строительный мусор, который образуется в результате демонтажа старых строений и очистки территории под застройку. В современном законодательстве этой категории строительного мусора отводится особое внимание, застройщиков обязуют устанавливать специальные контейнеры, а после утилизировать отходы в отведённых для этого местах. 2) Упаковочные

материалы. Ни одна стройка не обходится без строительных материалов, соответственно в результате работы скапливается немало упаковочных материалов, которые также относят к отдельной категории строительного мусора. Данный вид отходов утилизируют по окончании работ. 3) Отделочные материалы. В результате демонтажа старых покрытий скапливается немало строительного мусора, который выносят в специальные мусорные контейнеры и после утилизируют.

Вторичное сырьё после переработки можно использовать для дальнейшей работы и изготовления новых материалов, поэтому многие предприятия сегодня активно скупают строительный мусор, который применяют в производстве.

Переработанные материалы используют для строительства дорог и автомагистралей, строительства новых зданий, так, например, для возведения фундамента нередко используют сыпучие материалы и арматуру.

Также сыпучие материалы необходимы для проведения различных ремонтных работ и реставрации старых покрытий [9-11].

Говоря о проблеме переработки отходов строительного комплекса, хочется еще раз напомнить о том, что на первом месте по приоритетности стоит проблема охраны окружающей природной среды и здоровья населения, а не те денежные средства, которые могли бы сэкономить предприятия, используя бесплатные производственные отходы вместо дорогого природного сырья.

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Толстой А.Д., Новиков К.Ю., Шарапова В.А., Крымова А.И. Высокофункциональные порошковые бетоны на техногенном сырье // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 343-351.
2. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Батаршин В.О. Развитие горнодобывающей промышленности приморского края // В сборнике: ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР Труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. Томский политехнический университет. 2018. С. 567-568.

3. Гридчин А.М., Лесовик В.С. От бюджетного выживания к инновационному развитию // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 9 (585). С. 4-8.
4. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С. Особенности структуры бетонов нового поколения с применением техногенных материалов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 4 (62). С. 588-595.
5. Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин С. Стеновые материалы на основе нетрадиционного сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 53–57.
6. Погромский А.С., Аниканова Т.В. влияние длительного хранения электросталеплавильных шлаков в отвалах на их свойства // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 32–39.
7. Каплан М.Б. и др. Переработка строительных отходов // Строительные материалы. 6/1998. С.10-12.
8. Кикава О.Ш. и др. Строительные материалы из отходов производства // Экология и промышленность России №12. 1997. С.23-28.
9. Багрянцев Г.И., Черников В.Е. Термическое обезвреживание и переработка промышленных и бытовых отходов // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки – аналитические обзоры. Новосибирск, 1995.
10. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами // Изв. вузов. Строительство. 1996. №7. С. 55-58.
11. [Электронный ресурс] <http://stroykirpich.com>

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ ВЫСОКОПОРИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гридчин А.М., д-р техн. наук, профессор,
Пучка О.В., канд. техн. наук, доцент,
Козленко Б.В., аспирант,
Ахмед А.А., аспирант,
Ломов М.И., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1bd06a2.65040538

Аннотация. Правительственные программы по улучшению уровня жизни населения, увеличение объема индивидуального жилищного строительства приводят к использованию эффективных высокопористых стеклокомпозитов. При строительстве необходимо добиться монолитности конструкции, исключить мостики холода. Предложены инновационные приемы приготовления высокоэффективных растворов смесей с улучшенными технологическими свойствами.

Ключевые слова: индивидуальное строительство, геоника (геомиметика), средство структур, высокопористые материалы, кладимый раствор, мостики холода.

В ходе обращения к Федеральному собранию 20 февраля 2019 года Президент России Владимир Путин призвал правительство РФ и Центробанк разработать программу поддержки индивидуального жилищного строительства (ИЖС). «Необходимо семье дать возможность не только покупать готовое жилье, но и строить свой дом на своей земле» — сказал президент РФ.

В рамках Стратегии социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года, государственной программы "Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами жителей Белгородской области на 2014 - 2020 годы" разработаны и реализуются мероприятия, которые направлены на создание оптимальных условий для развития жилищного строительства. В первую очередь для строительства индивидуального жилья, которое определено как приоритетное.

В Белгородской области индивидуальное строительство развивается быстрыми темпами. За период осуществления программных мероприятий объемы строительства жилья в области

значительно возросли. Ввод индивидуального жилья составил 85% от общего ввода.

Реализация государственных программ позволяет решать задачи для комфортной среды обитания человека. Происходит оптимизация системы «человек-материал-среда обитания» - это одно из направлений геоники (геомиметики) [1-3].

Быстрые темпы роста индивидуального строительства требуют определенного подхода к мелкоштучным строительным материалам (кирпичи, блоки, в том числе высокопористые) с использованием специальных видов кладочных растворов.

С древнейшего времени до наших дней вместе с производством строительных материалов совершенствуются составы кладочных растворов. Первый этап - переход от кладки «на сухо» к кладке на глине. Далее появляются растворы на минеральных вяжущих, которые существуют по сегодняшний день. Важным моментом в истории становления кладочных составов стала адаптация последних под определенные виды стеновых материалов. Большой вклад в разработку эффективного скрепляющего состава для кирпича и камня внес Е. Г. Челиев.

С начала 19 века началась эра современной практики строительства. Применяются растворы на основе высокопрочных вяжущих, цементов с различными добавками (смолы, пепел, мыла и др.) для улучшения характеристик строительного материала.

С развитием производства строительных растворов меняется состав и технология изготовления кладочных растворов. От изготовления растворных смесей на строительной площадке, централизованно на заводах к производству сухих строительных смесей (ССС). Несмотря на высокие технологические характеристики СССР не нашли широкого применения для классической каменной кладки.

Кладочный раствор занимает 15-20% от всего объема кладки и является слабым звеном строительной конструкции. Необходимо добиться монолитности, приблизится к прочности основного элемента кладки – высокопористого блока, кирпича и т.п.

В настоящее время ведутся научные разработки, исследования и испытания для получения композиционных вяжущих с заданными свойствами, применяемые в различных техногенных условиях [4-6].

Разработаны и предложены составы сухих строительных смесей для штукатурных и кладочных растворов с применением цеолитсодержащей породы (до 30%). Благодаря этому значительно

улучшены технологические свойства материалов. Такие как прочность на изгиб и сжатие, адгезионные свойства, снижение высолов. Произошло и увеличение физико-механических показателей затвердевших растворов. Прочностные характеристики при сжатии 10–15,4 МПа, при изгибе 1,5–2,5 МПа. Прочность сцепления строительного раствора с керамической и бетонной поверхностями 0,149–0,186 МПа. Введение цеолитсодержащей породы для штукатурных и кладочных растворов оптимального состава 1:1 (цеолитсодержащая порода: кремнеземистый компонент) улучшает пластичность раствора [7].

Рахимбаев Ш.М. [8] предлагает использовать кладочные растворы на основе минеральных вяжущих с добавлением полимерных добавок. Усиление монолитной кладки происходит при добавлении водорастворимых полимеров МЦ, ОЭЦ в пределах 0,2–0,5%. Сцепление раствора с кирпичем увеличивается на 30,70%. Долговечность таких растворов выше, чем у цементно-песчаных. Растворы с введенными добавками водорастворимых полимеров 0,5–1% самовыравниваются до толщины слоя 3,5 мм. Обеспечивают высокую адгезию к кирпичу. Их можно рекомендовать при тонкослойной кладке.

Разработаны составы композиционных вяжущих для отделочных растворов внутреннего и наружного слоев многокомпонентной теплоизоляционной системы на основе кремнеземистого компонента и пластифицирующей добавки. Добавляя базальтовые волокна в количестве 3%, снижается расход цемента в растворах. При этом увеличивается предел прочности при сжатии и изгибе. Наличие базальтовых волокон в количестве от 1,5–4,5% при использовании в составах сухих строительных смесей для отделочных работ композиционных вяжущих, позволяет получать строительные растворы с плотной и однородной структурой. Изучение микроструктуры затвердевших растворов показало, что базальтовые волокна служат подложкой для формирования кристаллических, игольчатых новообразований, сросшихся и пронизывающих весь объем покрытия. Благодаря этому происходит крепкое и надежное сцепление цементного камня и базальтового волокна [9].

На основе принципа сродства структур разработан кладочный раствор для сейсмоопасных районов. Составы кладочного раствора для силикатного кирпича разработаны на основе тонкомолотого сырья с добавлением протеинового модификатора. Полученные материалы обеспечили образование плотной структуры на границе контактной зоны, без наличия пор и пустот [10].

Авторами [11] разработан высокоэффективный стеновой конструктивный теплоизоляционный материал, который обладает высокими теплоизоляционными, прочностными, эксплуатационными, защитно-декоративными свойствами, при низкой себестоимости производства и монтажа данного материала.

При использовании высокопористого материала необходимо добиться монолитности конструкций, исключить мостики холода, которые значительно снижают теплозащиту стены.

В настоящее время используются различные составы: традиционные цементные кладочные растворы, составы на полимерном или цементно-полимерном связующем, различные клеевые композиции и др., которые не могут решить поставленные задачи.

Обобщая современные научно-технические достижения, разработки и нормативные требования предложены инновационные приемы приготовления высокоэффективных растворных смесей с улучшенными технологическими свойствами для кладки, проведения штукатурных и отделочных работ с применением эффективных высокопористых стеклокомпозитов.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.
2. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Кучерова А.С., Дребезгова М.Ю., Канева Е.В. Современные трехмерные технологии и факторы сдерживающие их // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 22–30.
3. Zagorodnjuk L.H., Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Yerofeyev V.T. Optimization of mixing process for heat-insulating mixtures in a spiral blade mixer // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 3. С. 15146-15155.
4. Лесовик В.С., Савин А.В., Алфимова Н.И. Степень гидратации композиционных вяжущих как фактор коррозии арматуры в бетоне // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2013. № 1 (649). С. 28-33.
5. Volodchenko A.N., Olegovna E., Prasolova, Lesovik V.S., Kuprina A.A., Lukutsova N.P. Sand-clay raw materials for silicate materials production // Advances in Environmental Biology. 2014. Т. 8. № 10. С. 949-955.
6. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Глаголев Е.С. Высокая реакционная активность наноразмерной фазы кремнезема композиционного вяжущего // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной

- 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М. Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М. Д. Миллионщикова. 2015. С. 87-93.
7. Дружинкин С. В. Сухие строительные смеси для строительных работ с применением местных сырьевых ресурсов // Молодежь и наука: начало XXI века : сб. материалов Всероссийской науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых : в 7 ч. Ч. 5 ; М ИОЦ ФГОУ ВПО «СФУ». – Красноярск, 2008. – С. 236.
 8. Оноприенко Н.Н. Рахимбаев Ш. М. Регулирование структурообразования цементных систем добавками полимеров // Бетон и железобетон. 2010. №4. С. 11-14.
 9. Ильинская Г.Г., Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Коломацкий А.С. Сухие смеси для отделочных работ на композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 15–19.
 10. Куприна А. А., Прасолова Е.О. Закон сродства структур – основной принцип многослойных систем // Наука вчера, сегодня, завтра: сб. ст. по матер. XIII междунар. науч.-практ. конф. № 6(13). – Новосибирск: СибАК, 2014.
 11. Пучка О.В., Вайсера С.С., Сергеев С.В., Калашников Н.В. Высокоэффективные теплоизоляционные материалы на основе техногенного сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 51–55.

АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ ГЕОПОЛИМЕРНЫХ ВЯЖУЩИХ

Данилов А.Ю., канд. техн. наук

Дальневосточный федеральный университет

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1c7f424.14159515

Аннотация. Проанализированы компоненты геобетонов и щелочеактивированных материалов. Представлены аспекты проектирования геополимерных бетонов.

Ключевые слова: геополимер, бетон, активация, щелочь, экология.

Основой для геополимерных вяжущих служат отходы производства, такие как зола уноса, гранулированный доменный шлак, зола рисовой шелухи, красный шлам (отходы обработки боксита) и т.д. Фактически, любой материал, который в основном состоит из алюмосиликата, может быть использован в качестве основного материала для производства связующего геополимера.

Красный шлам отличается высокой щелочностью с pH от 10 до 13.

В соответствии с американским стандартом ASTM C618-12а зола уноса по содержанию оксида кальция подразделяется на высококальциевую (добавка класса С) и низкокальциевую (добавка класса F). В ГОСТ 31108-2016 и ГОСТ 25818-2017 зола подразделяется на основную (богатую CaO) и кислую (богатую SiO₂). Кислая зола проявляет пуццоланические свойства, основная может дополнительно проявлять гидравлические свойства.

В высококальциевой (основной) золе-уноса, полученной из бурого угля, содержится свыше 10 % CaO, суммарное содержание оксидов SiO₂, Al₂O₃ и Fe₂O₃ составляет от 50 до 70 %. Низкокальциевая зола-уноса класса F на основе антрацитового или каменного угля содержит менее 10 % CaO, а остальное – это оксиды кремния, алюминия и железа.

В качестве источника золы уноса в технологии геополимеров наиболее перспективной признается низкокальциевая зола с аморфной структурой [1], которая является реакционно-активной в щелочной среде. Использование этого вида золы обеспечивает высокие прочностные свойства, коррозионную стойкость и долговечность бетона. Применение высококальциевой золы уноса значительно ускоряет сроки схватывания и может вызвать снижение прочности геополимерного бетона в более поздние сроки твердения [2].

Для снижения этого негативного влияния высококальциевой золы, в состав геополимерного вяжущего вводят замедлители – например, оксид бора [1].

При совместном использовании высококальциевой золы уноса и добавки доменного гранулированного шлака, активация процесса твердения раствором NaOH позволяет повысить прочность и темпы ее набора, а также уменьшить усадку геополимерного бетона [3].

Для использования в технологии бетонов содержание несгоревшего угля в составе золы-уноса по требованиям разливных стандартов не должно превышать 5 %. При нарушении этого требования возможно снижение прочности и повышение пористости геополимерных материалов [4].

Дисперсность золы-уноса влияет на ее водопотребность и прочность геополимерных материалов. С повышением дисперсности свыше 450 м²/кг значительно повышается водопотребность растворной смеси и снижается прочность бетона [3].

Метакаолин является термически обработанным каолином. Высокоактивный метакаолин (ВМК) – это искусственно изготовленная пуццолановая добавка, обладающая наиболее высокой активностью среди имеющихся на рынке активных минеральных добавок. В частности, метакаолин способен связать извести примерно в 2,5 раза больше, чем микрокремнезем. В отличие от МК, метакаолин является смесью активного кремнезема и глинозема почти в равных пропорциях, т.е., является не силикатным, а алюмосиликатным пуццоланом. По своей форме метакаолин представляет пластинчатые частицы среднего размера порядка 1-2 микрон.

Получение геополимерного вяжущего на основе золы-уноса происходит в результате разрушения структуры алюмосиликатных минералов в щелочной среде с последующим их растворением и полимеризацией продуктов реакции [1].

В качестве активаторов процесса твердения могут применять как гидроксиды щелочных металлов – натрия и калия, так и их силикаты. При использовании низкокальциевой золы эффективно применение растворимого стекла совместно с щелочью, а для высококальциевой золы – растворов щелочных гидроксидов [2].

Для геополимерных систем на основе зол-уноса, зачастую, используют такие щелочные агенты как NaOH, Na₂SiO₃ с концентрациями в диапазонах 25-100 % и 38-55%, соответственно, а также их композиции [3-4].

Важное значение в зависимости от вида золы-уноса, щелочного активатора, а также наличия добавки шлака имеют условия твердения геополимерного бетона. При использовании в качестве активатора твердения высококальциевой золы совместно с добавкой шлака щелочных растворов (с концентрацией 10-16 М) твердение может проходить как в нормальных условиях, так и в ходе тепловлажностной обработки при температуре 60-90°C в течение 24-48 часов [3]. Твердение геополимерного бетона на основе низкокальциевой золы, активированной растворимым стеклом и щелочью, происходит только при длительной тепловой обработке при температуре 40-80°C в течение 24-72 часов [4-6].

Известно три основных способа приготовления бетонной смеси на геополимерном вяжущем на основе золы-уноса [7-8]:

1) приготовление раствора активатора, смешивание в сухом виде заполнителей и золы-уноса, введение в сухую смесь активатора, перемешивание.

2) приготовление раствора активатора, введение золы, перемешивание, введение добавки шлака, перемешивание, введение мелкого заполнителя, перемешивание, введение крупного заполнителя, перемешивание.

3) приготовление раствора активатора, введение золы, перемешивание, введение заполнителей, перемешивание.

В зависимости от консистенции геополимербетонной смеси перемешивание может осуществляться в бетоносмесителях принудительного или гравитационного действия. Каждая операция перемешивания составляет в среднем по 3-5 мин. После приготовления бетонной смеси формируются изделия, которые подвергаются тепловой обработке или твердеют в нормальных условиях [9-10].

Получаемый на основе золы-уноса геополимерный бетон по сравнению с обычным портландцементным бетоном имеет большие преимущества по эксплуатационным свойствам. Прочность при сжатии геополимерного бетона составляет 45–100 МПа. Геополимерный бетон обладает высокой коррозионной, морозостойкостью, долговечностью, низкой усадкой и огнестойкостью [11].

Наряду с преимуществами геополимерного бетона необходимо отметить и факторы, ограничивающие его применение [2, 12]:

- использование дорогостоящего активатора, стоимость которого в составе бетона может достигать 50-60 %;

- низкая ударная стойкость, что обуславливает необходимость армирующих волокон;

- отсутствие данных по испытанию геополимерного бетона в условиях повышенной влажности и высыхания;
- недостаточно исследована прочность сцепления арматуры с бетоном.

Партизанская ГРЭС относится к промышленным объектам, оказывающим негативное воздействие на окружающую природную среду — атмосферный воздух Партизанска, Партизанского района и Находки, а также вод бассейна реки Партизанской и залива Находка. Основной загрязнитель — зола, вместе с дымовыми газами (окислы углерода, азота, серы, сероводорода) выбрасываемая через трубу в атмосферу. Другим загрязнителем атмосферы является угольная пыль, которая разносится ветром с угольных площадок. Ночью 22 мая 2004 года из-за проливных дождей произошло разрушение дамбы золоотвала электростанции, повлекшее стихийный сброс около 100 тысяч кубометров промышленных отходов в бассейн реки Партизанской, заваленными оказались железнодорожные пути на линии Угловая – Находка [13].

Список литературы:

1. Davidovits J. Geopolymer Chemistry and Applications. 4th ed. Saint Quentin, GeopolymerInstitute, 2015. 644 p.
2. Коровкин М. О., Володин В.М., Ерошкина Н.А., Чамурлиев М.Ю., Лавров И.Ю. Анализ перспективности применения золы-уноса в технологии геополимеров // Молодежный научный вестник. Октябрь 2017. С. 70-78.
3. Rangan B. V., Hardjito D., Wallah S.E., Sumajouw D.M.J. Fly ash-based geopolymer concrete: a construction material for sustainable development // Concrete in Australia. 2005. No. 31. Pp. 25-30.
4. Jaarsveld J. G. S., Deventer J.S. J., Lukey G.C. The effect of composition and temperature on the properties of fly ash and kaolinite-based geopolymers // Chemical Engineering Journal. 2002. Vol. 89. Iss.1–3. Pp.63-73.
5. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин Р.А., Ханхабаев Л.Р., Лесовик В.С. Высокопрочные композиты для специальных сооружений // Теоретические основы создания эффективных композитов Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. 2018. С. 297-303.
6. Fediuk R.S., Teleshev A.A., Khankhabaev L.R., Ivanov A.S., Ibragimov R.A., Akopian A.K., Lesovik V.S. Application of cementitious composites in mechanical engineering // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Sep. "International Conference on Mechanical

- Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Material Science in Mechanical Engineering" 2018. С. 032021.
7. Fediuk R.S., Pak A.A., Krylov V.V., Poleschuk M.M., Stoyushko N.Y., Gladkova N.A., Ibragimov R.A., Lesovik V.S. Processing equipment for grinding of building powders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Ser. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment" 2018. С. 042029.
 8. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Feduk R.S. Nature similar technologies in construction industry // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. Т. 14. № 4. С. 98-108.
 9. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 4 (37). С. 85-99.
 10. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лисейцев Ю.Л., Пезин Д.Н., Зеленский И.Р., Смоляков А.К., Хроменок Д.В. Разработка фибробетонов на бесцементных вяжущих // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 1. С. 124-130.
 11. Кузьмин Д.Е., Пак А.А., Акопян А.К., Телешев А.А., Федюк Р.С. Композиты для создания военной инфраструктуры // Теоретические основы создания эффективных композитов Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. 2018. С. 157-165.
 12. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю. Математическое планирование и статистическая обработка результатов экспериментов в материаловедении // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов VII Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт Томского политехнического университета. 2016. С. 256-258.
 13. Федюк Р.С., Евдокимова Ю.Г., Зеленский И.Р. Особые виды бетона для объектов атомной энергетики // Интеллектуальные энергосистемы труды IV Международного молодёжного форума: в 3 томах. Томский политехнический университет. 2016. С. 289-293.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ ГЕОНИКИ-ГЕОММИМЕТИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук,
Джамиль А.Н., Галкина А.А., Семиохина В.А.,
Погорелов В.С., Новоселова А.А., Минакова А.В.
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1d9bb20.52375772

Аннотация. В случаях, когда речь идёт о совершенствовании широко применяемого продукта или технологии, важное значение приобретает вопрос выбора идеологической и методической базы для новаций. Одной из передовых теорий, сформировавшейся за последнее десятилетие в целом научное направление, является Геоника вообще, и одно из её течений – Архитектурная геоника. В статье рассмотрены возможности адаптации составов отделочных композиций к доступному местному сырью, что обеспечивает повышение их экономической эффективности и гармонизацию с культурными и геологическими особенностями региона применения.

Ключевые слова: архитектура геоника, отделочные материалы, композиционные вяжущие, повышение эффективности.

На сегодняшний день сухие строительные смеси являются одним из самых популярных отделочных материалов, доказавших свою эффективность в практике применения в строительстве. Сухие строительные смеси имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с традиционными растворами, приготовленными вручную на строительных площадках или в заводских условиях. Мировой и отечественный опыт использования сухих смесей показал их высокую эффективность и преимущества по сравнению с традиционными методами работы [1–2].

Анализ, разработка и совершенствование рецептур представляет интерес для большинства производителей сухих строительных смесей. Важнейшей задачей оптимизации рецептур является снижение расхода связующего и минимизация себестоимости конечного продукта. Однако, очень часто производители пытаются улучшить качество смеси путём введения либо увеличенного количества связующего, либо комплекса дорогих химических добавок. Следует учитывать, что каждая добавка имеет свой механизм взаимодействия со связующим и, как правило, проявляет как положительные, так и отрицательные эффекты.

При использовании большого количества добавок резко возрастает стоимость сухой смеси и заметно ухудшаются ее характеристики. Поэтому важной проблемой является разработка сухих строительных смесей на основе композиционных вяжущих с применением гипса, и максимальным использованием местного сырья, оптимальным содержанием эффективных продуктов строительной химии различного функционального назначения [3].

В случаях, когда речь идёт о совершенствовании широко применяемого продукта или технологии, важное значение приобретает вопрос выбора идеологической и методической базы для новаций. Одной из передовых теорий, сформировавшейся за последнее десятилетие в целом научное направление, является Геоника вообще, и одно из её течений – Архитектурная геоника [4-6].

Архитектурная геоника это создание архитектурных ансамблей с учетом результатов и воздействий геологических и косвенных химических процессов на неорганический мир. Известно, что природа – это прекрасный архитектор и в результате деятельности геологических и космохимических процессов создаются уникальные по красоте, цвету, формообразованию объекты неорганического мира, которые могут стать предметом для подражания архитекторов при создании архитектурных ансамблей. Считается, что архитектура может быть лекарством от многих заболеваний. Тело, как говорят – это дом нашей души, а дом – это как одежда для тонкого физического тела

Прикладной задачей Архитектурной геоники, в нашем случае, можно считать выработку перспективных требований к отделочным материалам, приближающих их к природным прототипам, обеспечивающим благотворное влияние на физическое и психическое здоровье человека. А общей задачей Геоники является выработка механизмов синтеза природоподобных отделочных материалов.

Как правило, наиболее важным критерием для отделочного материала является наличие соответствующего внешнего вида с функцией пространства, а также соответствующей текстурой и цветом в соответствии с требованиями пользователей. На отделочные материалы обычно влияют механические факторы из-за прямого контакта с пользователем. Полы и стены могут быть повреждены мебелью или предметами. Поэтому отделочные материалы должны быть устойчивы к механическим воздействиям, и выбор должен быть сделан в соответствии с прочностными свойствами материала. Чтобы защитить свойства поверхности и безопасность пользователя, отделочные материалы должны иметь достаточную прочность на сжатие,

ударопрочность и безопасность при ходьбе. Также он должен быть невоспламеняющимся и не должен выделять токсичный газ во время пожара.

Имеющиеся научно-технические разработки в области гипсовых вяжущих, материалов и изделий, а также благоприятные экологические и технико-экономические аспекты производства и применения материалов и изделий на их основе указывают на то, что имеются все предпосылки для широкого применения их как в традиционных, так и в новых направлениях современного строительства и реконструкции. В связи с этим требуется разработка эффективных быстротвердеющих строительных композитов, получаемых с применением новых видов доступных сырьевых материалов, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками. Этим требованиям в полной мере отвечают водостойкие и морозостойкие гипсовые композиты, применение которых позволит не только снизить дефицит стеновых материалов, но во многих случаях заменить энергоёмкие цементные бетоны и значительно сократить сроки возведения зданий и сооружений. Решению проблемы управления процессами гидратации и структурообразования гипсовых композиционных материалов посвящены многие научно-исследовательские разработки ученых РФ и зарубежных стран. Применение этих материалов в строительстве значительно снижает негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционно применяемым портландцементом.

Важным аспектом, обуславливающим необходимость разработки композиционных составов является отсутствие в Белгородской области месторождений гипса и, как следствие, его достаточно высокая стоимость. В тоже время цемент один из наиболее доступных и дешевых в нашем регионе вяжущих.

Сильные стороны портландцемента – высокая прочность и водостойкость, оттеняются длительным схватыванием и относительно медленным набором прочности. Гипс при высокой скорости твердения не водостоек, имеет низкую прочность и крайне короткие сроки схватывания. Логичным решением явилось объединение этих двух материалов для взаимного устранения недостатков, что нашло применение в виде гипсо-цементно-пущофанового вяжущего (ГЦПВ) и композиционного гипсового вяжущего (КГВ) [7].

В случае недоступности гипса как основного ресурса, возникает необходимость сильной модификации свойств цементных систем с целью обеспечения возможности использования их как заменителя. Предполагается разработка рецептов отделочных портландцементных

композиций обладающих свойствами близкими к гипсовым функциональным аналогам.

Основными проблемами получения штукатурных составов на основе портландцемента является его избыточная активность, низкая водоудерживающая способность и, как следствие, неудовлетворительная удобоаносимость. Классическим решением данной проблемы является введение в такой раствор тонкодисперсного компонента (глины или извести). Такое решение делает раствор пригодным для штукатурных работ, но не позволяет портландцементу реализовать свой прочностной потенциал, следовательно, не обеспечивает эффективности его использования [8–10].

В связи с этим, актуальной является задача получения минеральной систему на основе портландцемента со свойствами максимально адаптированными для получения штукатурных смесей, чтобы в дальнейшем произвести её модификацию вышеуказанными добавками при минимальном их расходе. Разрабатываемая минеральная система, на наш взгляд, должна обладать прочностью сопоставимой с гипсом, иметь начало схватывания в районе 45...60 мин., обеспечивать получение удобоаносимого раствора без применения химических модификаторов (кроме суперпластификатора).

В качестве инструмента для решения поставленной задачи были выбраны композиционные вяжущие состоящие из клинкерной части и минеральной добавки. За счёт выбора соотношения компонентов, их вида и дисперсности, режимов обработки появляется возможность в значительных пределах варьировать свойства получаемых продуктов. Подобный подход хорошо зарекомендовал себя при решении ряда разнообразных задач.

Список литературы:

1. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Нерубенко П.О., Дементьев Ю.А., Золотых С.В. Современные подходы для создания долговечных строительных изделий // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 599-607.
2. Елистраткин М.Ю., Минакова А.В., Джамиль А.Н., Куковицкий В.В., Эльян Исса Жамал Исса. Композиционные вяжущие для отделочных составов // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 37 – 44.
3. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее. // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.

4. Лесовик В.С. Архитектурная геоника // Жилищное строительство. 2013. №1. С. 9-12.
5. Лесовик, В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография / 2-е изд., доп. Белгород: Изд-во БГТУ. 2016. 287 с.
6. Баженов Ю.М. Пути развития строительного материаловедения: новые бетоны // Технологии бетонов. 2012. № 3-4 (68-69). С. 39-42.
7. Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В., Шаталова С.В. Композиционное гипсовое вяжущее с многокомпонентными минеральными добавками разного генезиса // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 27–34.
8. Елистраткин М.Ю., Лесовик В.С., Когут Е.В., Куприна А.А. Разрушенные здания и сооружения - эффективное сырье для производства кладочных растворов // В сборнике: «Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства» международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 291-299.
9. Минаков С.В., Елистраткин М.Ю. К вопросу выбора компонентов композиционных вяжущих // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 365-370.
10. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Сумской Д.А. Теплоизоляционные растворы пониженной плотности // Строительные материалы и изделия. 2018. Т. 1. № 1. С. 40-50.

ГЕОНИКА, ГЕОМИМЕТИКА И АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук, доцент,
Глаголев Е.С., канд. техн. наук,
Шапиро А.Э., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc1e71318.35819098

Аннотация. Одной из тенденций современной науки является повсеместное внедрение 3-D аддитивных технологий, которые позволяют существенно сократить расход всех видов ресурсов, снизить вес конструкций без ущерба их надёжности и долговечности. Аддитивное производство является одним из самых востребованных направлений в области строительной индустрии.

Ключевые слова: аддитивное производство, геоника, строительство, производство, принтер, геомиметика, материалы, качество.

Применение 3-D аддитивных технологий позволяет улучшить теплоизоляционные свойства, производить широкий спектр сложногогеометрической печати, без лишнего расхода сырья. Важнейший аспект: снижение затрат на производстве. В связи с этим были рассмотрены перспективы аддитивного производства. И в дальнейшем проведем взаимосвязь с наукой геомиметикой (геоникой).

Известный лозунг, про «что нам стоит дом построить – нарисуем, будем жить», уже в обозримом будущем приобретёт реальное воплощение с маленькой поправкой на то, что рисунок надо будет лишь распечатать. И жить! Суть новейших производств известна по всему миру, но широко пока применяется лишь в не многих странах за рубежом.

Так называемая аддитивная технология основана на наслаиваемом производстве, которое заменяет прежнее выпиливание и отрезание материала, половина из которого потом выбрасывается (в металлургии, например, это крайне дорого и неэкономично) [1-6]. Всего в 22 странах созданы национальные ассоциации по аддитивным технологиям, объединенные в альянс **GARPA — Global Alliance of Rapid Prototyping Associations**. В рамках данного альянса участники обмениваются технологиями, разрабатывая, тиражируя, продавая права на использование своих шаблонов и привлекая к работе фирмы-разработчики 3D-моделей [7]. В этот мировой «аддитивный клуб» –

Россию пока не берут: не с чем входить. С 1% аддитивных технологий в мировом масштабе и желанием развиваться в данном направлении Россия пока имеет только хорошую перспективу.

На данный момент не понятно, где удобнее всего и каким образом расположить центры аддитивных производств в России. **Минпромторг** писал, что моделью для будущего центра могут считаться **Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»** и **Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского»**. Между тем, российские геологи подтвердили расположение стратегической базы сырья для высоких технологий в Красноярском крае – месторождения ниобия [8].

Чтобы развиваться необходима работа сразу в нескольких направлениях, а именно: подготовка квалифицированного персонала, формирование новых стандартов, принятие новых нормативных документов. Так же огромная проблема заключена в том, что в России не производят порошки для данного производства. Тем не менее, какие-то действия в этом направлении принимаются чиновниками и учеными. Сегодня в России существует довольно много компаний, которые занимаются 3-D производством, но это небольшие предприятия с недорогим оборудованием [9]. Которое способно «выращивать» несложные детали. Почему так? Это основано на том, что оборудование, которое способно обеспечить высокое качество изделий стоит очень дорого и требует для работы и обслуживания квалифицированный персонал [10].

Лидером 3-D аддитивных технологий в наше время является Китай (8,7 %). Китай заинтересован в данной технологии. В 1995 году политехнический университет в Китае начал исследования «Лазерное аддитивное производство». И развивалось дальше, что привело к разработке запчастей для военных самолетов. В чем обогнали даже американцев. В июне 2013 года специалисты Даляньского технологического университета, совместно с компанией Unit Science and Technology Development Co. Ltd., разработали лазерный 3D-принтер с рабочим объемом 1.8x1.8x1.8 м.

В 2015 году Zhuoda Group в Китае представила некий проект дома, который был изготовлен за 3 часа. На площадке 6 готовых модулей, изготовленных на 3-D принтере совместили между собой. И было получено единое здание. Насчет коммуникаций было сказано, что их можно встроить в модули. Удобно, не правда ли? Если изготавливать полноценный дом, на данную разработку уйдет 15 дней. Дом прослужит около 150 лет и выдержит даже землетрясения. В наши дни это актуально. Так же чтобы еще больше развиваться, Китай создал 30

исследовательских институтов, занимающихся данной тематикой. Китайские инженеры хорошо обучены и квалифицированы. Это является важнейшим аспектом для технологии.

В БГТУ им. В.Г. Шухова на «Золотой кафедре России» под руководством доктора технических наук В.С. Лесовика разрабатывают данную технологию с внедрением знаний о науке -геонике. Важным аспектом является тот факт, что без учета изменений, происходящих в окружающей среде сейчас к разработке 3D аддитивных технологий переходить нельзя. Фундаментальная основа проектирование и создание композитов для аддитивных технологий – это переход к трансдисциплинарным исследованиям, которые сейчас являются ведущими, в том числе как направление геоника (геомиметика) [11-17]. Возможно, благодаря специалистам кафедры материаловедения изделий и конструкций будет сделан рывок в области 3-D аддитивных технологий. Геомиметика позволяет расширить знания и взгляды в строительной индустрии, тем более если это касается аддитивного производства. Ведь 3-D производство прогрессирующее направление. Так же использование определенных направлений геоники (архитектурная) позволит в будущем создать гармонию между человеком и средой обитания. Потому что большую часть своей жизни человек проводит в окружении определенных материалов. Это будет огромный вклад как в обществе, так и в строительстве в целом.

Наиболее значимые производственные или научные открытия происходили на «стыке» наук.

Так же кафедра СМиИК подготавливает квалифицированных специалистов в данной области. Также в БГТУ им.В.Г.Шухова на кафедре СМиИК разрабатываются композиционные вяжущие для 3-D аддитивных технологий.

Список литературы:

1. Аддитивные технологии: перспективы 3D печати в будущем [Электронный ресурс].URL: <http://www.uppro.ru/library/innovations/niokr/additive-3d.html> (Дата обращения 20.06.2014)
2. Перспективы использования 3D-аддитивных технологий [Электронный ресурс]. URL:<http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-11/III/Mihaylov.pdf> (Дата обращения:27.05.15 г.)
3. Аддитивные технологии в Российской промышленности [Электронный ресурс].URL: <http://konstruktor.net/podrobnее-det/additivnye-texnologii-v-rossijskoj-promyshlennosti.html>

4. Аддитивные технологии-что это такое? [Электронный ресурс].URL: <http://make-3d.ru/articles/chto-eto-takoe-additivnyye-texnologii/>
5. Аддитивное производство [Электронный ресурс] URL: <http://make-3d.ru/articles/chto-eto-takoe-additivnyye-texnologii/>
6. Денисова Ю.В. Аддитивные технологии в строительстве // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №3. С. 33–42.
7. Промышленная 3-D печать в Китае: авиастроение [Электронный ресурс]. URL: <http://3dwiki.ru/promyshlennaya-3d-pechat-kitaaviastroenie-i-samyj-bolshoj-v-mire-3d-printer/> (Дата обращения 25.02.2014)
8. Лесовик В.С. Конспект лекций по дисциплине «Теория и методология проектирования, производства и эксплуатации композитов для строительства»: учеб. Пособие для подготовки магистров по направлению. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 71 с.
9. 3-D лихорадка России пока не грозит [Электронный ресурс]. URL: <http://rosnauka.ru/publication/460> (Дата обращения 1.03.16)
10. Новости аддитивных технологий. В Китае за три часа собрали двухэтажный сейсмоустойчивый жилой дом из готовых модулей, напечатанных на строительном 3D принтере [Электронный ресурс]. URL: <http://fea.ru/news/6225> (Дата обращения 22.07.15)
11. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) как трансдисциплинарное направление исследований Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 77-83.
12. Лесовик В.С. Управление структурообразованием строительных композитов: монография / В.С. Лесовик, И.Л. Чулкова // Омск: СибАДИ, 2011. 462 с.
13. Lesovik V.S. Creating effective insulation solutions, taking into account the law of affinity structures in construction materials. Lesovik V.S., Zagorodnuk L.H., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 11. С. 1496-1502.
14. Лесовик В.С. Чернышева Н.В. Быстротвердеющие композиты на основе водостойких гипсовых вяжущих: монографию Белгород, 2011. 123 с.
15. Чернышева Н.В., Чернышев А.Ю., Нарышкина М.Б. Быстротвердеющие бетонные смеси для дорожного строительства // Строительные материалы. 2007. № 8. С. 54–55.
16. Чернышева Н.В., Рыбцова М.Б. Разработка составов дисперсно-армированных композиционных гипсовых вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. № 2. С. 84–87.
17. Чернышева Н.В., Нарышкина М.Б. Влияние микроармирующих волокон на свойства гипсосодержащих композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 73–76.
18. Лесовик В.С. Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсосодержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия ВУЗов. № 4. 2012. С. 3 – 11.

ГЕОНИКА. ГЕОММИМЕТИКА КАК ОСНОВОПОЛАГАЮЩЕЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ

Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук, доцент,

Шапиро А.Э., аспирант,

Милькина А.С., аспирант,

Лесовик Г.А., канд. техн. наук, доцент,

Агеева М.С., канд. техн. наук, доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc20c87a3.92824648

Аннотация. В настоящее время геоника является одной из важнейших направлений как в человеческой среде, так и в строительной индустрии. Благодаря этой науке, и ее направлениям разрабатываются новые отрасли, которые благоприятно отражаются на обществе в целом.

Ключевые слова: геоника, интеллектуальные материалы, интеллект, среда обитания, архитектура, геология

Под геоникой (геомиметикой) следует понимать специфический подход к созданию материалов, композитов, произведений искусства и т.д., при котором задумка, определенные технологические схемы и т.п. заимствуются у наук, занимающихся изучением геологических процессов горных пород, минералов.

Основные направления геоники – это оптимизация системы «человек – материал– среда обитания», таких как архитектурная геоника, освоение и строительство подземных пространств.



Рисунок 1 - Направления геоники

Так же проблемы сосуществования органического и неорганического мира, разработка алгоритмов и моделей управления объектами неорганического мира, использование энергии геологических процессов, разработка новых технологий получения минералов и композитов [1].

В своей жизни приблизительно 80 % времени мы находимся в окружении определенных материалов. И естественно это играет большую роль в связке «человек-материал-среда обитания». Производство строительных сооружений для проживания человека, их использование показывает то, что все эволюционирует, и отражается на жизнедеятельности человечества. Оптимизация системы «человек-материал-среда обитания» оказывает благоприятное воздействие и повышение интеллекта, улучшение здоровья. Исходя из этих показателей предложено направление «Архитектурная геоника». Это создание архитектурных ансамблей с учетом результатов и воздействий геологических, и химических процессов на неорганический мир [2].

Известно, что природа – это прекрасный архитектор и в результате деятельности геологических и космохимических процессов создаются уникальные по красоте, цвету, формообразованию объекты неорганического мира, которые могут стать предметом для подражания архитекторов при создании архитектурных ансамблей.

Известно направление «Архитектурная бионика» - это когда архитекторы в качестве подражания используют объекты органического мира [3]. Например, небоскреб Мэри-Экс в виде шишки, моллюск и Сиднейский оперный театр в Австралии, так напоминающий по форме это создание органического мира (рис.2 а, б).



Рисунок 2 - а) Небоскреб Мэри -Экс. б) Театр Сиднея

А вот объекты неорганического мира, в качестве предмета для подражания при создании архитектурных ансамблей, более многочисленны.

Геологические объекты могут служить прообразом создания малых архитектурных форм и архитектурных ансамблей в целом — структура химических соединений и элементов, структура кристаллической решетки минералов, форма кристалла и так далее. Элементы космической тематики — это и спутники планет, звездные системы, формы космических объектов, цветовая гамма и так далее [4].

Например, визитной карточкой Брюсселя является знаменитый Атомиум (рис.3)



Рисунок 3 – Атомиум

Эта архитектурная форма является прообразом в 64 млрд раз увеличенной структуры железа. Совокупность этих сросшихся между собой молекул кварца является прообразом для создания архитектурного ансамбля в США. Проект «Азиатские пирамиды» по форме напоминает гальку (рис.4).



Рисунок 4 - Проект азиатские пирамиды

Небоскреб в Дубае Бурдж-Халифа, это самое высокое здание в мире, напоминает сталагмит пещеры (рис.5)



Рисунок 5 - небоскреб Бурдж-Халифа

Подведем итоги, что данное новое научное направление, которое «отделилось» от геоники решает не только практические вопросы организации среды обитания, создания конструктивных элементов, форм, пространства и др., но и способствует улучшению эмоционального состояния человека, стимулированию творчества, гармонизации функций, чувственных ассоциации и в целом оптимизации триады «человек-материал-среда обитания».

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия : Строительство и архитектура. 2013. №31-1(50).С.131-136.
2. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении.Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 286 с.
3. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) и проблемы строительного материаловедения // В сборнике: Научные технологии и инновации Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60- летию БГТУ им. В.Г.Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 224-229.
4. Лесовик В.С., Гридчин А.М., Елистраткин М.Ю. Целенаправленное формирование свойств материалов за счёт управления параметрами порового пространства // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 234-242.

ГЕОНИКА. ГЕОММИМЕТИКА КАК КЛЮЧ К РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА

Елистраткин М.Ю., канд. тех. наук, доцент,

Глаголев Е.С., канд. техн. наук,

Котов И.В., Минакова А.В., студент,

Авад Мохамад Незар, магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2186c63.96789296

Аннотация. Снижение негативного прессинга на окружающую среду привело к формированию концепции Зелёного строительства, реализация которой предусматривает широкий комплекс мероприятий, в том числе и в области строительного материаловедения. В тоже время, относительно новое научное направление Геоника, изучает круг вопросов в значительной степени перекликающийся и даже более широкий, чем упомянутая концепция. Несомненным достоинством Геоники является, то, что кроме декларативных аспектов она предлагает и эффективный инструментарий их практической реализации, основанный на глубоком анализе геологических процессов.

Ключевые слова: энергоэффективность, Зелёное строительство, Геоника, комфортность системы человек – материал – среда обитания, геологические процессы.

Концепция «зелёного» строительства затрагивает ряд серьёзных вопросов [1-9], необходимость решения которых может не вполне очевидна сейчас, но станет определяющей в ближайшем будущем. Проецируя критерии английского стандарта зелёного строительства BREEAM [10] на материалы, можно выделить ряд задач:

1. Снижение энергоёмкости строительных материалов и повышение энергоэффективности жилищ.
2. Обеспечение безопасности строительных материалов и зданий на всех этапах жизненного цикла, включая утилизацию.
3. Сокращение объёмов отходов строительных производств, утилизация существующих.

Другим важным идеологическим документом является, активно утверждающийся постулат повышения комфортности системы «человек – материал – среда обитания» [11-13], фундаментальной основой которой является Геоника, как трансдисциплинарное научное направление постулирующее единство и преемственность живой и

неживой природы. Смысл концепции состоит в гармонизации указанной системы, введения такого не типичного для строительного материаловедения оценочного критерия, как влияние на психо-эмоциональное состояние или комфорт человека.

Подобный подход не является новинкой. Например, биомиметика, использующая в качестве прототипов техногенных объектов элементы живой природы, ведёт свою историю с 60-х годов прошлого века. Однако, в области технологии материалов, при периодическом обращении к данному вопросу многих исследователей, единые принципы и подходы были сформулированы относительно недавно.

В рамках Геоники предлагается использовать подход к созданию материалов, композитов, архитектурных ансамблей, произведений искусства, при котором идея заимствуется при изучении геологических и космохимических процессов, минералов, горных пород и т.д. При этом природа, по его словам, выступает общедоступным банком идей, не защищённых законами об охране интеллектуальной собственности [10].



Рисунок 1 – Искусственный материал и его природный аналог:
а) каменная кладка (слева); б) природный конгломерат сланца, песчаника, граувакка (справа)

Подтверждением работоспособности и достаточной эффективности предлагаемого подхода, может служить ряд работ [14-19] в которых осуществлён комплекс исследований по оптимизации процессов структурообразования строительных композитов, в качестве теоретической базы которой были использованы положения Геоники.

Таким образом, видно, что идеология «Зеленого» строительства и положения Геоники крайне близки, однако, именно Геоника предлагает практические пути достижения намеченных целей.

Так, проводя параллели между слоистыми горными породами, имеющими высокое сцепление между слоями, и каменной кладкой были предложены способы повышения её монолитности и стойкости к динамическим воздействиям. Для этого были проанализированы геологические процессы протекающие при образовании таких пород, общие принципы которых затем были использованы при разработке специальных кладочных растворов [17]. Это позволило повысить сцепление между элементами кладки в 2,5...3 раза, снизить степень её анизотропности при минимальном удорожании материалов (рис. 1).

Хорошие результаты даёт не только технологическое геологическое заимствование, но и социокультурное, нашедшее отражение в архитектурной геомиметике. Она позволяет решать не только практические вопросы организации среды обитания, создания конструктивных элементов, форм, пространства, но и, по утверждению авторов, способствует, кроме улучшения эмоционального состояния человека, стимулированию творчества, гармонизации функций, чувственных ассоциаций [18].

В связи с этим, значительный интерес вызывает применение основных положений геомиметики при решении задач в области физической химии поверхности твердых тел, гетерогенного катализа, фотокатализа, разработки фоточувствительных нанокompозитных материалов и других актуальных научных направлений.

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
2. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.

3. Денисова Ю.В. Аддитивные технологии в строительстве // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №3. С. 33–42.
4. Кожухова Н.И., Строкова В.В., Кожухова М.И., Жерновский И.В. Структурообразование в щелочеактивированных алюмосиликатных вяжущих системах с использованием природного сырья различной кристалличности // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №4. С. 38–43.
5. Чернышева Н.В., Шаталова С.В., Евсюкова А.С., Фишер Ханц-Бертрам. Особенности подбора рационального состава композиционного гипсового вяжущего // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 45–52.
6. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
7. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
8. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
9. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
10. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
11. Дувинг С. «Зелёные» здания в России и за рубежом // Вестник центра организации объединённых наций по промышленному развитию «ЮНИДО в России». № 8 (октябрь). 2012. С. 72-79.
12. Лесовик В.С., Володченко А.А. Создание интеллектуальных композитов на основе положений геоники // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 145-155.
13. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.

14. Лесовик В.С. Новая парадигма создания композитов для стройиндустрии / В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 17-24.
15. Пучка О.В., Лесовик В.С., Вайсера С.С. Тепло- и звукоизоляционные материалы как основа создания комфортной среды обитания человека // В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 537-542.
16. Беленцов Ю.А., Лесовик В.С., Ильинская Г.Г. Повышение надежности конструкций управлением параметрами композиционного материала / Строительные материалы. 2011. № 3. С. 90-92.
17. Куприна А.А., Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Гинзбург А.В. Композиционные вяжущие для эффективных строительных растворов / В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 322-331
18. Лесовик В.С., Потапов В.В., Куприна А.А. Наномодифицированные строительные растворы для сейсмостойкого строительства / В сборнике: Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции. Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. Киров, 2014. С. 305-311.
19. Лесовик В.С., Першина И.Л. Определение специфичности пространства в архитектурной геонике // В сборнике: Актуальные вопросы архитектуры и строительства Материалы Пятнадцатой Международной научно-технической конференции. Редколлегия: В.Т. Ерофеев (отв. ред.) [и др.]. 2017. С. 195-201.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРООБРАЗЫ АДДИТИВНО- ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Елистраткин М.Ю., канд. техн. наук, доцент,
Семернин Е.О., студент,
Свинцова Т.В., студент,
Кириченко Д.Е., студент,
Чуриков А.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2246dd7.60300862

Аннотация. Возводимые послойно, методом строительной печати, конструкции имеют природные аналоги – слоистые горные породы, физико-механические характеристики которых на настоящий момент практически не достижимы. В тоже время изучение особенностей их формирования в природе может дать ценную информацию и послужить основой для повышения эффективности искусственных композитов. Подобный подход, декларируемый научным направлением геоника, продемонстрирован в данной работе.

Ключевые слова: аддитивные технологии, строительная печать, геоника, слоистые горные породы, эффективные строительные композиты.

В данный момент многие слышали и знают что такое 3D аддитивные технологии, но на самом деле эти технологии существует уже давно. Компания Charles Hull разработала технологию трёхмерной печати для воспроизведения объектов в 1984 году, а двумя годами позже дала название и запатентовала технику. Эта же компания разработала и создала первый промышленный 3D принтер.

В основу принципа работы 3D принтера заложен принцип постепенного (послойного) изготовления твердого готового продукта, который как бы «выращивается» из определённого материала. Преимущества 3D печати перед ручной работой – высокая скорость, простота, высокая точность и относительно небольшая стоимость.

Например, для создания 3D объекта или какой-либо детали вручную может понадобиться очень много времени – от нескольких дней до месяцев, а то и несколько лет. Ведь сюда входит не только сам процесс создания, но и предварительные работы – чертежи и схемы будущего изделия, материал из которого будет создан объект, шлифовка и т.д.

К неоспоримым достоинствам строительных 3D технологий можно отнести:

- быстрое и точное строительство: 3D принтер превращает цифровую модель в физическую;
- снижение расходов на рабочую силу: 3D принтер осуществляет большую часть работы с минимальным участием человека;
- сокращение строительных отходов: все строительные компоненты можно напечатать согласно проекту;
- сокращение рисков для здоровья: все опасные работы на строительной площадке заменяются процессом печати.

Однако существуют и серьёзные недостатки:

- в строительстве может использоваться лишь ограниченное количество материалов, так как один и тот же принтер не может работать с разными «чернилами»;
- транспортировка: требуется доставка крупногабаритного принтера на строительную площадку и обратно, имеется риск повреждения высокотехнологичного и достаточно точного оборудования;
- необходимость организации правильного хранения принтера на строительной площадке;
- может потребоваться больше времени на строительной площадке, если компоненты для зданий будут производиться на месте, а не в заводских условиях в форме сухих смесей [1, 2].

К недостаткам еще можно отнести скрытый состав материала из которого послойно изготавливают 3D объекты, поскольку не одна компания не раскрывает этот секрет. Поскольку не известно про материал из которого строят 3D строительные принтеры есть еще один минус, который связан со строительной смесью. Решению данной проблемы может способствовать геоника, которая занимается систематизацией информации и реверсным инжинирингом природных геологических процессов.

Под геоникой следует понимать специфический подход к созданию материалов, композитов, архитектурных ансамблей, произведений искусства и т.д., при котором идея, технологические схемы и т.п. заимствуются у других наук, которые занимаются изучением геологических и космохимических процессов, минералов, горных пород, видов складчатости и т.д. Основные направления геоники – это оптимизация системы «человек – материал – среда обитания», архитектурная геоника, освоение и строительство подземных пространств, проблемы сосуществования органического и

неорганического мира, разработка алгоритмов и моделей управления объектами неорганического мира, использование энергии геологических и космических процессов, разработка новых технологий получения минералов и композитов [3, 4].

К примеру, можно рассмотреть несколько горных пород и узнать, как они создаются природным образом и применить этот процесс к нашим 3D технологиям, чтобы увеличить прочностные характеристики готового продукта.

Многие горные породы имеют слоистую структуру, а 3D строительный принтер послойно изготавливает строительные объекты. В соответствии с положениями геоники выявление причин высоких прочностных показателей слоистых горных пород и применение этих данных при проектировании растворов для каменной кладки, а так же для 3D строительства позволит сблизить их характеристики [5–8].

Например, непосредственными причинами возникновения полосчатой текстуры могут быть:

- остаточные текстуры первичных слоистых пород (песчаники, глинистые сланцы, известняки) перешедшие в гнейсы филлиты или мраморы в процессе перекристаллизации;

- метаморфическая дифференциация – твердые и труднорастворимые минералы в процессе динамометаморфизма во время дифференциальных движений отделяются от пластичных, мягких минералов в обособленные полоски;

- инъекция магматического расплава, продуктов отложения высокотемпературных растворов по слоистости осадочных или сланцеватости магматических горных пород.

Таблица 1 – Прочность горных пород с учетом текстурных особенностей

Наименование породы	Предел прочности при сжатии, МПа	
	Перпендикулярно полосчатости	Параллельно полосчатости
<i>Магматические горные породы</i>		
Габбро-полосчатое	237	125,5
Граниты-порфиры	310	278
<i>Осадочные</i>		
Мраморизованные известняки, полосчатые	171,4	88,9

Продолж. табл. 1

Известняки органогенные	95	65
<i>Метаморфические</i>		
Гнейсы слюдитые	97,5	63
Метаморфические сланцы	216,7	120
Кварцито-песчаники полосчатые	258,2	190,6

Полосчатые кварцито-песчаники как видно из таблицы 1, они имеют самый большой показатель предела прочности при сжатии. Кварцито-песчаник высокопрочный природный камень, выполняющий роль промежуточного звена на пути преобразования песчаника в кварцит. Свойства кварцито-песчаника очень близки к кварцитам – долговечным и очень прочным камням. Вероятно, это связано с тем, что породообразующим минералом кварцито-песчаника является кварц, который соединяется с кремнеземом, мусковитом, карбонатом, биотитом, альбитом, калиевым полевым шпатом или фуксином. Этот высокопрочный камень характеризуется постоянством минерального состава и, как правило, мелкозернистой структурой.

Из песчаника в кварцит идет перекристаллизация, этот процесс можем частично воспроизвести искусственным путем, омоноличивая наполнитель на основе различных горных пород, цементным камнем максимально насыщенным наполнителем на основе той же горной породы. Это позволит максимально сблизить показатели дисперсной части (заполнителя) и матрицы, то есть в каком-то смысле повторить природный процесс постепенного превращения песчаника в кварцит, за счет чего могут быть ощутимо улучшены показатели аддитивно изготовление композита.

Тем самым можно сказать, что если в 3D технологии в послойное изготовления внедрить нужные компоненты для изготовления «искусственного кварцито-песчаника», тем самым улучшатся характеристики, а самое главное качество готового продукта.

Таким образом, геоника может помочь продвинуть 3D строительство. С помощью этой науки мы сможем увеличить прочность и эффективность материала в конечном продукте. Так же эта наука вступает как инструмент улучшающий, преобразующий, сохраняющий природу, для решения проблем строительного материаловедения и смежных дисциплин.

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
2. Денисова Ю.В. Аддитивные технологии в строительстве // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №3. С. 33–42.
3. Лесовик В.С., Володченко А.А. Создание интеллектуальных композитов на основе положений геоники // В сборнике: Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 145-155.
4. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.
5. Elistratkin M.Y., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Pospelova E.A., Shatalova S.V. New point of view on materials development // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Material Science in Mechanical Engineering" 2018. С. 032020.
6. Куприна А.А., Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Гинзбург А.В. Композиционные вяжущие для эффективных строительных растворов / В сборнике: Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 322-331
7. Елистраткин М.Ю., Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Глаголев Е.С. О развитии технологий строительной печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 5. С. 11–19.
8. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Шаталова С.В., Стариков М.С. Формирование свойств композиций для строительной печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 6–14.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГАЗОБЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МИНЕРАЛЬНОЙ ВАТЫ*

Ерофеев В.Т.¹, д-р техн. наук, профессор,

Родин А.И.¹, канд. техн. наук, доцент,

Тувин М.Н.¹, магистрант,

Утюгова Е.С.², магистрант

¹*Национальный исследовательский Мордовский
государственный университет*

²*Пензенский государственный университет архитектуры и
строительства*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2301238.03943458

Аннотация. Получены газобетоны на основе отходов производства минеральной ваты со средней плотностью равной 650 кг/м^3 и прочность при сжатии – 2,45 МПа. Установлено, что при получении газобетонов на основе отходов производства минеральной ваты с наименьшей средней плотностью подвижность растворной смеси должна составлять 12-15 см по вискозиметру Суттарда.

Ключевые слова: отходы производства минеральной ваты, газобетон, физико-механические свойства, шлакощелочное вяжущее, алюминиевая пудра

На территории Российской Федерации, по данным статистики, накоплено свыше 100 млрд. т твердых промышленных отходов. При производстве минеральной ваты образуются отходы, составляющие от 15 до 30 % от массы готовой продукции. Пример использования данных отходов при производстве шлакощелочных вяжущих, асфальтобетонов и некоторых других строительных материалов хорошо описан в работах [1-4]. Цель данной работы заключалась в получении количественных зависимостей изменения физико-механических свойств газобетона на основе отходов производства минеральной ваты от подвижности растворной смеси, содержания щелочного и газообразующего компонентов.

При производстве газобетона применяются различные газообразователи. В основном это тонкодисперсные порошки некоторых металлов, смеси кислот с карбонатами, а также окислители (перекись водорода, перманганат калия и др.). Наиболее распространенным газообразователем является тонкодисперсный порошок алюминия (пудра алюминиевая) [5].

В работе для проведения экспериментальных исследований использованы следующие материалы:

- отходы производства минеральной ваты ООО «Комбинат теплоизоляционных изделий» (г. Саранск) фракции менее 0,63 мм в виде корольков, мелких иголок и мелких свар, с содержанием кристаллической фазы в составе не более 5 % и модулем кислотности от 1,4 до 1,45. Отходы предварительно размолоты до удельной поверхности равной 250-300 м²/кг;

- натр едкий технический (NaOH), отвечающий требованиям ГОСТ Р 55064-2012 – в качестве щелочного компонента;

- пудра алюминиевая ПАП-1, отвечающая требованиям ГОСТ 5494-95 – в качестве газообразующего компонента.

Сырьевая смесь для получения газобетона готовилась в следующей последовательности: растворение в воде щелочного компонента, смешивание молотых отходов производства минеральной ваты и щелочного раствора, добавление в шлакощелочной раствор суспензии газообразующей добавки (10 частей воды : 1 часть добавки) и последующее интенсивное перемешивание. Готовую смесь подавали в формы и укладывали без применения вибрации. Отформованные изделия выдерживали в формах при температуре 50 °С и относительной влажности воздуха не менее 85 % в течение 8 часов. Затем изделия вне форм пропаривали при атмосферном давлении по режиму 3+6+2 ч при температуре изотермического прогрева 85±5 °С. Пропаренные изделия после высушивания до постоянной массы при температуре равной 25-30 °С и относительной влажности воздуха не более 40-50 %, подвергались физико-механическим испытаниям.

Подвижность растворной смеси для получения газобетона определялась по ее расплыву на вискозиметре Сутгарда.

Физико-механические свойства образцов газобетона определяли по методикам согласно ГОСТ 10180-2012 (прочность на сжатие) и ГОСТ 12730.1-78 (средняя плотность).

Оптимизационные исследования выполнялись с помощью математических методов планирования эксперимента. Исследование влияния количественного содержания NaOH и в/т-отношения на подвижность смеси для газобетона производились по плану Коно, состоящему из 16 опытов. Варьируемыми факторами служили: X₁ – содержание NaOH, X₂ – в/т-отношение. Матрица планирования, рабочая матрица и результаты статистической обработки данных эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1- Матрица планирования, рабочая матрица и результаты статистической обработки данных эксперимента

№ опыта	Кодированное значение варьируемых факторов		Содержание NaOH, %	В/Т-отношение	Расплыв по вискозиметру Суттарда, см
	X ₁	X ₂			
1	-1	-1	1,5	0,25	5,2
2	-0,333	-1	2	0,25	5,
3	0,333	-1	2,5	0,25	5,1
4	1	-1	3	0,25	5
5	-1	-0,333	1,5	0,30	10,1
6	-0,333	-0,333	2	0,30	10,3
7	0,333	-0,333	2,5	0,30	9,8
8	1	-0,333	3	0,30	7,8
9	-1	0,333	1,5	0,35	20
10	-0,333	0,333	2	0,35	21,5
11	0,333	0,333	2,5	0,35	20,7
12	1	0,333	3	0,35	20,1
13	-1	1	1,5	0,40	25
14	-0,333	1	2	0,40	26,4
15	0,333	1	2,5	0,40	25,9
16	1	1	3	0,40	24,3

После проведения испытаний и статистической обработки результатов эксперимента, представленных в таблице 1, получено уравнение регрессии, связывающее зависимость изменения подвижности смеси от рассматриваемых факторов:

$$Y=15,581-0,932 \cdot X_1+17,854 \cdot X_2-1,026 \cdot X_1^2+0,020 \cdot X_1X_2+0,239 \cdot X_2^2+0,324 \cdot X_1^4-0,751 \cdot X_1^2X_2+0,396 \cdot X_1X_2^2-7,287 \cdot X_2^4 \quad (1)$$

Реализация плана Коно, состоящего из 16 опытов свидетельствует, что на изменение подвижности смеси шлакощелочного раствора на основе отходов производства минеральной ваты влияет в большей степени в/т-отношение смеси. Так, при изменении в/т-отношения смеси от 0,25 до 0,30 подвижность (расплыв по вискозиметру Суттарда) увеличивается незначительно с 5 до 9,5 см. Дальнейшее увеличение в/т-отношения до 0,37 приводит к увеличению подвижности до

максимальных 25-26 см. Изменение содержания NaOH в вяжущем от 1,5 до 3 % практически не оказывает влияние на изменение подвижности шлакощелочного раствора.

Дальнейшие исследования посвящены изучению изменения физико-механических свойств газобетонов на основе отходов производства минеральной ваты от подвижности смеси. Образцы были изготовлены по технологии описанной выше. Содержание пудры алюминиевой и NaOH взято соответственно 0,15 и 2,5 % по массе от количества отхода. Результаты экспериментальных исследований изменения средней плотности и прочности при сжатии образцов газобетона на основе отходов производства минеральной ваты представлены на рис. 1.

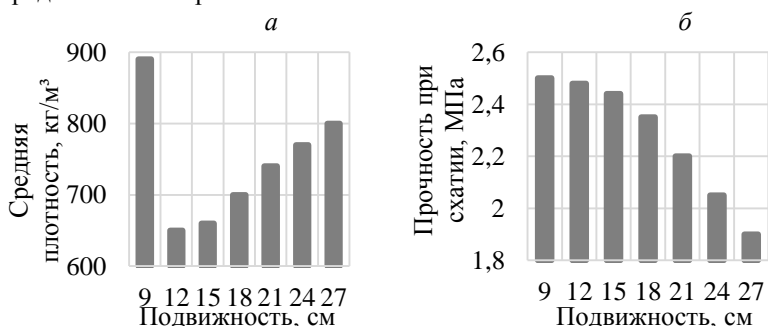


Рисунок 1 - Средняя плотность (а) и прочность при сжатии (б) образцов газобетона на основе отходов производства минеральной ваты

Согласно данным, представленным на рис. 1, а, средняя плотность образцов газобетона на основе отходов производства минеральной ваты уменьшается с 890 до 640 кг/м³ при увеличении подвижности смеси с 9 до 12 см по вискозиметру Суттарда. Дальнейшее увеличение подвижности до 27 см приводит к увеличению средней плотности газобетона до 800 кг/м³.

Согласно данным, представленным на рис. 1, б, прочность при сжатии образцов газобетона на основе отходов производства минеральной ваты незначительно уменьшается с 2,5 до 2,45 МПа при увеличении подвижности смеси с 9 до 15 см по вискозиметру Суттарда. Дальнейшее увеличение подвижности до 27 см приводит к уменьшению прочности при сжатии газобетона до 1,9 МПа.

Выводы. Получены количественные зависимости изменения физико-механических свойств газобетона на основе отходов

производства минеральной ваты от подвижности растворной смеси, содержания щелочного (NaOH) и газообразующего (пудра алюминиевая) компонентов. Установлено, что при содержании в составе растворной смеси для приготовления газобетона 0,15 и 2,5 % по массе от количества отхода соответственно пудры алюминиевой и NaOH наименьшая средняя плотность равная 650 кг/м^3 и прочность при сжатии – 2,45 МПа у образцов газобетона, полученных из растворной смеси с подвижностью равной 12 см по вискозиметру Суттарда. Согласно проведенным исследованиям установлено, что при получении газобетонов на основе отходов производства минеральной ваты с наименьшей средней плотностью подвижность растворной смеси должна составлять от 12 до 15 см по вискозиметру Суттарда.

**Работа выполнена в рамках Гранта Президента Российской Федерации МК-6416.2018.3*

Список литературы:

1. Erofeev V.T., Rodin A.I., Yakunin V.V., Bogatov A.D., Bochkina V.S., Chegodajkin A.M. Alkali-activated slag binders from rock-wool production wastes. Magazine of Civil Engineering. 2018. 82(6). Pp. 219–227. DOI: 10.18720/MCE.82.20.
2. Kinnunen P., Yliniemi J., Talling B., Illikainen M. Rockwool waste in fly ash geopolymer composites. Journal of Material Cycles and Waste Management. 2017. Vol. 19. № 3. Pp. 1220–1227.
3. Ерофеев В.Т., Родин А.И., Якунин В.В. Строительные материалы на основе отходов производства минеральной ваты с повышенной биологической и климатической стойкостью // материалы III Международной научно-технической конференции «Коррозия, старение и биостойкость материалов в морском климате» (г. Геленджик, 7 сентября 2018 г.). М. : ВИАМ, 2018. С. 152-165.
4. Ерофеев В.Т., Родин А.И., Якунин В.В., Чегадайкин А.М. Физико-механические свойства шлакощелочных композитов на основе отходов производства минеральной ваты // сборник статей XIII Международной научно-технической конференции «Прогрессивные технологии в современном машиностроении. Композиционные строительные материалы. Теория и практика». Пенза. : АННОО «ПДЗ», 2018. С. 179-184.
5. Прохоров С.Б. Анализ рынка алюминиевых газообразователей в России // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 41-43.

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Загороднюк Л.Х., д-р. техн. наук, доцент,
Науменко Н.А., студент,
Тущкая И.Н., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2383321.46876442

Аннотация. Данная статья направлена на рассмотрение технологий утилизации и дальнейшего использования бытовых отходов в зарубежных странах. Особое внимание обращается на вторичную переработку отходов и их дальнейшее использование в строительстве и строительном материаловедении. На основе проделанной работы авторы делают вывод касательно ситуации с использованием ТБО на территории РФ.

Ключевые слова: использование бытовых отходов, ТБО, утилизация, переработка.

Улучшение среды жизнедеятельности человека, особенно в развитых странах, связано не только с применением новых технологий производства строительных материалов, комплексным использованием техногенного сырья [1-6], но и с увеличением объёма бытовых отходов. Твёрдые бытовые отходы (ТБО, бытовой мусор) – это предметы или товары, потерявшие потребительские свойства, наибольшая часть отходов потребления.

Макулатура, металлолом, пластиковые, стеклянные бутылки, старые шины и прочий обычный городской хлам при переработке способны превращаться в массу полезных вещей.

Однако проблематичность промышленной переработки ТБО состоит в сложности их состава. В настоящее время не существует единого мнения относительно того, какая из технологий переработки ТБО является наиболее рациональной.

Вторичная переработка отходов получила широкое распространение во многих странах мира [7-12]. Этим путем смешанные отходы из полимерных материалов могут перерабатываться в изделия различного назначения (строительные панели, декоративные материалы и т.п.).

Например, в Германии весь твердый бытовой и промышленный мусор поступает на специальные мусороперерабатывающие фирмы, где

он будет сначала отсортирован еще раз, затем измельчен, часть его пойдет на электростанции, где он, подаваясь по форсункам в мелкодисперсном состоянии, будет сожжен, а зола пойдет в качестве добавки в бетон и асфальт. Особо вредные остатки уйдут на полигон.

Программа «мусор в энергию» началась в Швеции в 1940 году. Мусоросжигательному заводу необходимы фильтры для очищения дыма перед его выпуском в атмосферу, ведь там содержатся вредоносные газы и частицы, называемые «золами уноса» (частицы размером от долей микрона до 0,14 мм). Необходимо также отфильтровать летучие соединения тяжелых металлов, газообразной хлористоводородной кислоты. После сжигания мусора масса золы составляет 15%.

На втором этапе из золы извлекаются металлы, которые затем повторно используются. После металлов извлекают камни и остатки керамики, которые затем применяются для производства гравия при строительстве дорог. В итоге лишь один процент от массы отходов в Швеции требует захоронения на полигонах. Остающиеся после очищения твердые остатки (35–50 килограммов ядовитых веществ на тонну сжигаемых отходов) подвергаются химической стабилизации или прессовке, а затем отправляются в специальные хранилища в качестве «отходов первого класса опасности».

В странах ЕС вопросы утилизации отходов упаковки решаются в рамках единого для этих стран закона, который направлен на предупреждение нарастания объемов полимерной упаковки и тары, рациональных способов их утилизации и т.д.

Переработке отходов в Японии уделяется особое внимание. Территория страны слишком мала, чтобы использовать ее под мусорные полигоны. Поэтому на сегодняшний день в Японии подвергается вторичной переработке около 47% всех отходов, сжиганию – 35%, а вывоз мусора на полигон и последующее его хранение занимает всего лишь 18%. И они постоянно стремятся свести последний показатель к нулю. Здесь перерабатывается все, что можно переработать.

Утилизация мусора в Японии – это слаженный процесс, в котором успешно сотрудничают три участника: потребители, предприниматели и государственные структуры. Результат – Япония одна из самых "чистых" стран в мире.

Шлак, образующийся при сжигании мусора, используют в строительстве. Его прессуют в огромные брикеты, из которых потом строят здания и даже целые острова. Самый известный из них – искусственный остров Одайба в Токийском заливе, на котором

расположен элитный жилой комплекс. На таких островах размещают практически все: жилье, парки, заводы, аэропорты – в общем, увеличивают размеры государства за счет бывшего мусора. При этом не весь мусор идет на сжигание – 17-18% отходов в Японии перерабатывается. Например, из стекла делают новые бутылки, а также превращают стеклобой в строительные материалы: в частности, стеклянная пыль может использоваться для облицовки стен. Из переработанного пластика в Японии изготавливают рабочую спецодежду, ковры [7].

В настоящий момент практически во всех развитых зарубежных странах найдено применение отходов ТБО в качестве вторичного сырья в производстве строительных материалов.

Макулатура представлена использованной картонно-бумажной продукцией, пригодной для дальнейшего использования в качестве волокнистого сырья. Переработка отходов этого вида позволяет экономить энергетические ресурсы и воду, в отличие от переработки первичного сырья (расход энергии ниже в два раза, а воды – в сто раз).

Полимерные материалы. Вторичная эксплуатация полимерных материалов затруднена двумя факторами: загрязнение и несоответствие свойств вторичного полимера исходному сырью. Отходы общественного потребления полимеров включают тару пищевых продуктов, полиэтиленовые упаковки и пленки, корпуса различных видов техники и другие изношенные полимерные и пластиковые изделия домашнего обихода. Изготовление из отходов полимерной тары тех же изделий невыгодно, поскольку получение материала нужной чистоты обходится дороже исходного. Следовательно, этот вид вторичного сырья эффективнее применять в областях, не предъявляющих высокие требования к очистке материала: производство бетонных изделий, древесно-полимерных плит и т.д. [8].

В строительстве чаще всего используется продукция из вторичных материалов на основе ПЭТФ-полимеров. ПЭТФ (полиэтилентерефталат) – термопластик, обладающий высокой прочностью, хорошей пластичностью (и в нагретом, и в холодном состояниях) и химической стойкостью. Данный материал поддается обработке сверлением, пилением, фрезерованием. Все свои характеристики ПЭТФ материал сохраняет и при низких температурах (до -40°C), и при высоких (до $+75^{\circ}\text{C}$) температурах.

При изготовлении строительных материалов из полимеров, как правило, применяют пассивные наполнители, стабилизирующие вещества и армирующие волокна. Компоненты смешивают, нагревают и

спрессовывают при высокой температуре и давлении. В итоге получают материал высокой прочности (на уровне мягкой стали или меди) с повышенным сопротивлением истиранию, низкой гигроскопичностью, тепло- и электропроводностью. Примерами изделий из вторичного полимерного сырья являются: черепица, тротуарная плитка, стеновые панели, кирпичи.

Металлические отходы. К бытовым отходам металла относят различные металлические изделия и детали бытовой техники, мебели, а также консервные банки, банки для напитков, изготовленные из жести, алюминия и других металлов. Отходы цветных и черных металлов путем прессования и пакетирования становятся пригодными к отправке на литейные производства [9].

Лом и отходы черных металлов применяют в конструкциях мостов и небоскребов, в жилищном строительстве, в проведении масштабных трубопроводов и автомобильной промышленности. Однако черные металлы (за исключением кованного железа и нержавеющей стали) подвергаются коррозии, что требует проведение соответствующих мероприятий. Цветные металлы устойчивы к коррозии и имеют относительно небольшой вес. Применяются в производстве водопроводов, кровельных материалов, желобов.

Стекланные отходы. Стекланные отходы используются для производства изделий, в которых не имеет большого значения чистота стекла. Стеклобой различных видов стекла (оконного, тарного, оптического и др.) имеет широкий диапазон химического состава и содержит примеси. Необходима его первоначальная сортировка. В настоящее время стеклобой применяется в качестве заполнителя с использованием традиционных вяжущих (цемента, извести, гипса).

В результате получают бетоны различного назначения; строительные растворы для наружных и внутренних работ, тепло- и звукоизоляции, отделки, благоустройства территорий; химически стойкие бетоны.

При затворении водой стеклобой не проявляет вяжущих свойств, поэтому для начала реакции гидратации необходимо добавление щелочного металла. В результате образуются кремниевые кислоты, превращающиеся в гель при достижении определенного уровня кислотности среды. Этот гель омоноличивает крупный и мелкий заполнитель, образуя плотный, прочный и долговечный силикатный конгломерат – стеклобетон. Такой материал по своим функциональным свойствам не уступает традиционным вяжущим, а по ряду показателей

(биостойкость, теплопроводность, кислотостойкость) даже превосходит их.

Резиновые отходы. Основными видами резиновых отходов общественного потребления являются резиновая обувь, автомобильные шины, резинотехнические изделия. Рассматриваемый вид вторичного сырья перерабатывается в крошку на специализированных заводах, которая затем становится компонентом резиновых смесей. Они в свою очередь применяются при производстве рулонных и плиточных материалов, используемых в качестве теплоизоляционных, вибро- и шумопоглощающих, декоративных и напольных покрытий. Кровельные материалы на основе резиновой муки после введения специальных добавок отличаются высокими эксплуатационными свойствами. Отработанная резина (в растворимом состоянии) применяется в качестве вяжущего при производстве гидроизоляционных строительных материалов, материалов для полов, клеев, мастик и герметиков, дорожных смесей [10,11].

Таким образом, все большую актуальность приобретают проблемы охраны окружающей среды и эффективного использования бытовых отходов. В этом вопросе Россия находится в позиции отстающей, и чтобы исправить это, нам следует перенять опыт использования ТБО у других развитых стран.

Список литературы:

1. Милькина А.С. Высокопрочный бетон для эксплуатации в аномальных условиях // В сборнике: Международный студенческий строительный форум-2017 Сборник докладов: в 2 томах. Белгород, 2017. С. 321-326.
2. Володченко А.А., Лесовик В.С., Аль-Машрафи А.Н.А. Безобжиговые отделочные материалы на основе глинистых пород Омана // Белгород, 2017.
3. Володченко А.А., Лесовик В.С., Халед Абдуллах А.К.Х. Строительные материалы на основе алюмосиликатных пород Йемена // Белгород, 2017.
4. Елистраткин М.Ю., Лесовик В.С., Ермолаева А.Э., Лесниченко Е.Н., Когут Е.В. Неавтоклавный газобетон для монолитного строительства и аддитивных технологий // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 59-65.
5. Лесовик В.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Магомедов З.Г., Минакова А.В. Специфика внедрения нанотехнологий в

- строиндустрии // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 108-114.
6. Дребезгова М.Ю., Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Шаталова С.В. Свойства мелкозернистых бетонов на основе модифицированных композиционных гипсовых вяжущих // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 204-210.
 7. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научно-технологические инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
 8. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
 9. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
 10. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6-11.
 11. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6-11.
 12. Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Sumskey D.A., Kaneva E.V. Modern views on the creation of effective composites // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 4. С. 24868-24879.
 13. Обоснование использования отходов в качестве вторичного материального ресурса в сельскохозяйственном производстве / В.И. Титова, М.В. Дабахов Е.В., Дабахова / Нижегородская гос. с.-х. академия. Н. Новгород, Изд-во ВВАГС, 2009. 178 с.
 14. Экология городской среды: Учебное пособие / В.А. Хомич; М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 240 с.

15. Черепов В.М., Новиков Ю.В. Эколого-гигиенические проблемы среды обитания человека. М.: Изд. РГСУ. 2007. 1076 с.
16. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. М.: ФАИР-ПРЕСС. 2002. 336 с.
17. Рубанов Ю.К., Токач Ю.Е. Методы снижения воздействия отходов гальванического производства на окружающую среду // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. №4. С. 113–121.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ СБОРА БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Загороднюк Л.Х., д-р. техн. наук, доцент,
Науменко Н.А., студент,
Туцкая И.Н., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2416900.74337634

Аннотация. В данной статье ставится задача рассмотреть различные конструкции для сбора и временного хранения бытовых отходов. Авторы дают обобщенную характеристику представленным агрегатам, в которых объясняют их положительные свойства и недостатки. Особое внимание уделено альтернативным конструкциям для сбора бытового мусора в г. Москва.

Ключевые слова: конструкции, бытовые отходы, контейнеры.

Одной из проблем в настоящее время перед ученым всего мира стоит улучшение экологической обстановки и создание комфортной среды обитания человека. Теоретические основы решения этих проблем является междисциплинарность и трансдисциплинарность [1-4]. К этим же проблемам относится и комплексное использование твердых бытовых отходов.

Во всем мире проблема управления твердыми бытовыми отходами (ТБО) является одной из приоритетнейших, занимая в системе городского хозяйства второе место по затратам и инвестициям после сектора водоснабжения и канализации.

К ТБО (в западных странах обычно используется термин «муниципальные» отходы) относятся отходы, образующиеся в жилом секторе, в предприятиях торговли, административных зданиях, учреждениях, конторах, дошкольных и учебных заведениях, культурно-спортивных учреждениях, железнодорожных и автовокзалах, аэропортах, речных портах. Кроме того, к муниципальным отходам относятся крупногабаритные отходы, дорожный и дворовый мусор.

Во всех городах мира, в области уборки и переработки отходов возникла необходимость в вывозе мусора из каждого здания и жилого квартала. С учетом данного обстоятельства, задействован целый парк транспортных средств, а также множество специальных мусорных (мусоросборных) контейнеров. Данные мусорные контейнеры опорожняют с погрузкой их содержимого в автомобильные мусоровозы

с задней, передней или боковой стороны указанных транспортных средств. Вплоть до настоящего времени указанные мусорные контейнеры расставляют перед фасадами зданий, по границам многоквартирных жилых домов, в городских скверах и т.п.

Но где бы ни были поставлены мусорные контейнеры, будь то в городских скверах, парках, возле индивидуальных либо многоквартирных жилых домов, вблизи промышленных зданий, ресторанов, в общественных местах, их расположение никогда не оказывается удобным, их внешний облик оставляет желать лучшего, а исходящий от них запах привлекает насекомых, животных, способствуя заболеваемости.

Данное изобретение предлагает новое устройство для сбора и вывоза смешанных, органических и пригодных для переработки бытовых отходов с целым набором функций доступных пользователю. Отходы складываются в мусорный контейнер через основной отсек устройства постепенного уплотнения мусора, которое устанавливают на тротуаре в пункте размещения мусорных контейнеров. Благодаря данному удобному и обособленному устройству, с улиц городов должны исчезнуть стандартные мусорные контейнеры, поскольку теперь они будут интегрированы внутрь внешнего корпуса устройства постепенного уплотнения отходов и, таким образом, за счет возможности постепенного уплотнения, возрастет и емкость мусорного контейнера.

Следующим преимуществом изобретения является возможность эксплуатации заявленного устройства с функцией постепенного уплотнения отходов и мусора всех типов, например смешанных отходов, бумаги, стекла, металла, пластика, что становится эффективным и идеальным решением для утилизации отходов и допускает применение заявленного устройства со всеми типами мусорных контейнеров, используемых муниципальными коммунальными службами.

Технический результат данного изобретения заключается в увеличении вместимости мусорных контейнеров при неизменности их емкости, повышении универсальности, многофункциональности и безопасности устройства, повышении эффективности, надежности, утилизации отходов, снижении частоты вывоза мусора, увеличении срока службы оборудования и автомобилей для вывоза мусора, снижении финансовых затрат, трудозатрат, шума, вредных воздействий и загрязнений окружающей среды и атмосферы при утилизации отходов [5].

Рассматривая альтернативные конструкции [6-10], обратим внимание на устройство для сбора бытового мусора в г. Москва. Оно включает несколько мусорных баков с донными шарнирными катками и крышкой с возможностью вращения вокруг вертикальной оси, приспособление для перемещения мусорных баков к лифту и далее к подъезду дома, тележку для транспортирования несколько мусорных баков к мусорным контейнерам, установленным на площадке у дома, оно снабжено коробом с секционными перегородками и отверстиями на фронтальной стороне для установки мусорных баков, а приемное окно секции короба перекрыто дверцей с возможностью вращения в вертикальной плоскости, на лицевой стороне которой нанесена надпись, указывающая на тип собираемого бытового мусора. Короб установлен на лестничной площадке. Транспортное приспособление выполнено в виде направляющих желобов, установленных поверх ступеней лестничного марша.

Недостатки устройства: бытовой мусор без разделения его по типам сбрасывается через приемные бункеры в общую трубу мусоропровода. Мусор накапливается навалом в помещении 1-го этажа. При этом способе рабочий должен много времени затрачивать на ручную погрузку бытового мусора (в основном «пищевые отходы») из накопителя в емкости (корыто) и перевозку его к мусорным контейнерам. Мусорные контейнеры размещены на открытой площадке без фиксированного местоположения; крышки мусорных контейнеров постоянно открыты, так как в них мусор поступает сверху, причем мусор любого типа (пищевые отходы, пластик, стекло, бумага, картон, металл, ветошь и др.); мусорные контейнеры не имеют маркировки по типу мусора и поэтому нельзя организовать сбор бытового мусора по его типам.

Внедрение этого устройства позволит собирать бытовой мусор по его типам и улучшить экологическую обстановку, путем исключения неэффективного и вредного для жителей дома сбора бытового мусора открытым смешанным способом с использованием трубы мусоропровода.

Другая конструкция для сбора бытового мусора или аналогичного материала [11-15] содержит рамный корпус с торцовыми стенками и установленные в последнем посредством узлов крепления один под другим ряды мусорных контейнеров. Каждое средство крепления ряда мусорных контейнеров представляет собой установленную на торцовых стенках рамного корпуса вдоль продольной оси его балку с закрепленными на ней поперечными опорными ребрами с

незакрепленными их концами, при этом каждый мусорный контейнер в верхней части имеет выступающие кромки для фиксации его на соседних поперечных опорных ребрах. Контейнеры имеют форму, позволяющую при пустых мусорных контейнерах нижнего ряда в последних размещать мусорные контейнеры верхнего ряда. Рамный корпус выполнен в форме прицепа и снабжен укрепленными в торцовых стенках его узлами для подъема и опускания верхней продольной балки с мусорными контейнерами. Сам корпус установлен на грузовике, причем верхний ряд контейнеров размещен на опоре, которая может перемещаться вверх и вниз.

При загрузке опоры сначала опускают в нижнее положение и затем на ней устанавливают контейнеры. После этого опоры поднимают и затем под верхним рядом размещают контейнеры нижнего ряда. Выгрузка производится в обратном порядке. При этом контейнеры нижнего ряда необходимо снимать прежде, чем будет опущен верхний ряд контейнеров. Такое устройство, неудобно в случае, когда нужно загружать контейнеры, уже установленные в устройстве. Это необходимо, например, при принимающем все более распространенный характер раздельное сборе различных видов бытовых отходов. Бытовые отходы, поступающие, например, от различных домашних хозяйств на одной улице, в этом случае предварительно сортируют и малыми количествами загружают в установленные в устройстве контейнеры. Эту загрузку выполняют в основном вручную, и поэтому контейнеры должны находиться на как можно более низкой высоте от земли. Для обеспечения достаточной степени загрузки устройства контейнеры желательно располагать в несколько рядов. Для достижения хорошего качества работы в этом случае недопустимо располагать контейнеры вне устройства при выполнении операции заполнения.

Для облегчения выгрузки мусора из контейнеров целесообразно оснастить каждый мусорный контейнер в его донной части средством для захвата его механическим приспособлением, выполненным в форме отверстий, приспособленных для размещения в них зубьев вилочного погрузчика с возможностью поворота контейнера вокруг горизонтальной оси, проходящей между отверстиями [16-18].

Таким образом, в данной статье были показаны как традиционные, так и альтернативные устройства и конструкции для сбора бытовых отходов.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительной технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.
2. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Дребезгова М.Ю., Ермолаева А.Э. 3D-Аддитивные технологии в сфере строительства // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 157-167.
3. Лесовик В.С. Строительные материалы. настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.
4. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чернышева Н.В., Глаголев Е.С., Кучерова А.С., Дребезгова М.Ю., Канева Е.В. Современные трехмерные технологии и факторы сдерживающие их // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 22–30.
5. [Электронный ресурс] <http://www.baurum.ru>
6. Glagolev E., Suleimanova L., Lesovik V. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 12383-12389.
7. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
8. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
9. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
10. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
11. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
12. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавногазобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.

13. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
14. Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Sumskey D.A., Kaneva E.V. Modern views on the creation of effective composites // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. T. 8. № 4. С. 24868-24879.
15. Volodchenko A.N., Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Bogusevich G.G. Energy saving raw materials for the production of new generation silicate materials // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. T. 8. № 4. С. 22673-22686.
16. Макаров О.А., Тюменцев И.В., Горленко А.С. и др Твёрдые бытовые отходы: проблемы и решения // Экология и промышленность России. М., 2006.
17. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. М.: ФАИР-ПРЕСС. 2002. 336 с.
18. Никигосов Х., Бочкова М., Мальцева С. Раздельный сбор твердых бытовых отходов // Коммунальщик. 2010. №11. С. 20-25.

ПЛАСТИФИКАТОРЫ НА ОСНОВЕ БЕЛКА ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Загороднюк Л.Х., д-р техн. наук, профессор,
Махортов Д.С. аспирант,
Чепенко А.С. студент,
Туцкая И.Н. студент,
Науменко Н.А. студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc24d0f67.83326643

Аннотация. В статье рассмотрены пластифицирующие добавки, которые синтезированы при помощи белка животного происхождения. А также приведена информация о имеющихся разработках по использованию отходов животноводческого производства в строительстве.

Ключевые слова: белки, отходы, пластификаторы, добавки, бетоны, смеси, сырье, прочность, твердение, водопотребность, удобоукладываемость.

Мастера древней Руси использовали в строительной технологии различные биопродукты. Исследования образцов долговечных кладочных и штукатурных растворов из древних сооружений подтверждают сведения рукописных первоисточников о широком использовании различных добавок на основе веществ растительного и животного происхождения [1].

К настоящему времени имеется определенный опыт производства пластифицирующих добавок на основе белков животного происхождения российскими и зарубежными производителями [2-7].

История применения добавок из природных белков в строительстве насчитывает несколько веков. Она началась во времена строительства амфитеатра Колизей в Древнем Риме. Уже тогда в известь, прародительницу портландцемента, добавляли белок куриного яйца. Далее номенклатура добавок была расширена – использовались отвары различных трав, отвары шкур и рогов животных и т.п. Механизм их действия в то время был непонятен, но эффекты от их применения были очевидны без использования современных методов исследования. Строительные растворы с такими добавками пластичнее, легче изготавливаются, отличаются связностью, живучестью смеси,

характеризуются высокими прочностными показателями и водо- и морозоустойчивостью [8-14].

Сегодня ряд предприятий, большая часть из которых зарубежные, выпускают добавки на основе так называемых белковых гидролизаторов. Чтобы было понятнее, гидролизатор белка это, говоря по-простому, – отвар белка, во многом идентичный добавкам, использованным много веков назад. Вместе с тем, строительная наука не стоит на месте, и разработанные современные протеиновые добавки значительно превосходят свои прототипы.

Если рассмотреть молекулу белка под микроскопом при мощном увеличении, то увидим множество длинных переплетных нитей, очень напоминающих молекулы синтезированных человеком веществ – поливинилацетата (ПВА), поливинилхлорида (ПВХ), полистирола и любого другого полимера. Огромное количество полимеров применяется для улучшения свойств бетонов, особенно часто такие добавки применяют при изготовлении сухих строительных смесей. Также можно вспомнить, насколько возрастает прочность и водостойкость обычного цементно-песчаного раствора при добавке в него клея ПВА на основе поливинилацетатной эмульсии. Тот же самый механизм упрочнения работает и при добавке в цементные растворы, вообще, и пенобетон в частности, природных белковых полимеров.

К примеру: протеиновый (белковый) модификатор Esoprotein PL обеспечивает снижение водопотребности пенобетонной смеси на 5-15%, и, как результат, увеличение прочности пенобетона как в ранние сроки, так и в возрасте 28 суток [15]. Механизм действия белкового гидролизата в этом случае похож на механизм работы суперпластификаторов. Он адсорбируется на частицах портландцемента и препятствует их слипанию (агрегации), за счет чего уменьшается количество воды, необходимое для достижения достаточной вязкости. Отрицательно заряженные частицы белка адсорбируются преимущественно на положительно заряженных частицах цемента, обеспечивая высвобождение воды, связанной агрегатами, состоящими из частиц цемента.

Применение биологическим отходам нашла компания «БиоТехнологии» Она производит модификатор бетонных (пенобетонных) смесей «Биотех» на основе белкового гидролизата [16]. Многофункциональность действия добавки определяется одновременным проявлением свойств пластификатора, ускорителя твердения, ингибитора металлической арматуры, водоудерживателя. Протеиновая основа комплексной добавки в бетон «Биотех» позволяет

ей полностью разложиться в процессе формирования цементного камня, отработав, что называется, «на 100%» и не оставить за собой никаких, тем более вредных, следов. В отличие от пластификаторов-лигносульфонатов животное происхождение протеиновой добавки позволяет исключить из состава её состава всевозможных сахаров, сильно замедляющих процессы схватывания цемента. Производится добавка как в жидком, так и в сухом виде.

На базе компаний «МатЭкос» и «Альфа-Спираль» производится модифицирующая добавка ЭСТ для бетонных смесей на основе белкового гидролизата [17, 18].

Это животный протеин, получаемый из рогаговицы, плазмы крови, шерсти, рогов и копыт.

Модификатор ЭСТ меняет сразу несколько свойств растворов. Повышает пластичность, уменьшает время твердения, уменьшает в несколько раз скорость коррозии арматуры, удерживает воду, активизирует цемент, увеличивая вяжущие свойства [9]. Белковая база и отсутствие сахаров в комплексной модифицирующей добавке ЭСТ гарантирует стопроцентный результат в процессе формирования цементного камня.

ЭСТ в растворе исключает расслоение и значительно снижает водоотделение, также решается вопрос удобоукладываемости и жизнеспособности смеси, особенно в летний период.

Добавка позволяет повысить морозостойкость до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Активные Smart X протеины (белки) повысят прочность изделия, даже без снижения водоцементного отношения. Добавка ЭСТ в растворе активизирует цемент, при этом появляются новые центры кристаллизации, гидратация цемента становится максимально полной. Антивисольный эффект добавки ЭСТ препятствует появлению белых разводов на оштукатуренных и облицованных поверхностях стен и потолков, что придает более эстетичный внешний вид.

В производстве железобетонных колец (ГОСТ 8020) методом объемного виброформования 0.5% ЭСТ повышает марку по водопроницаемости с W6 до W10 при плотности 2290 кг/м^3 , а также средний предел прочности при сжатии 61 V МПа через 28 суток, что является 205 % от проектной марки.

Применение комплексной добавки-пластификатора ЭСТ в штукатурных и кладочных растворах увеличивает подвижность смесей от Пк3 до Пк4, повышает марочность (класс по прочности) строительных растворов, улучшает прокачиваемость растворомасосами штукатурных станций, снижает водоотделение и расслаиваемость

смесей, уменьшает появление поверхностных трещин при укладке литых растворных стяжек по полу, снижает проявление высолообразования, повышает прочность раствора на 10-30%, снижает расход цемента на 10-12%, обеспечивает работу с растворной смесью при температурах до - 15°C без применения противоморозных добавок.

Кладочный раствор "не садится", легок в работе, не стекает со стены и не загрязняет кладку. Использование модификатора ЭСТ обеспечивает необходимую тиксотропность растворам, позволяет разжижаться в процессе механического воздействия и сгущаться в момент нанесения на стены (состояния покоя) [9]. После высыхания не наблюдается высолов на поверхности и образование плесени. Снижение расхода песка и воды затворения облегчает перекачку смеси растворонасосами при автоматизированном нанесении штукатурки (особенно на неровные поверхности).

Представляет значительный интерес использования добавок, синтезированных на основе отходов животноводства в составах композиционных вяжущих различного функционального назначения [19, 20].

Проведенные нами исследования применения добавки синтезированной на основе белков животного происхождения показали высокие прочностные характеристики, которые превышают показатели таких пластификаторов как Мельмент F-10 и СП-1 на 10-20%. Распльв конуса: при использовании биологической добавки дал результата в 177 мм, что сопоставимо с Мельмент F-10 и на 100 мм превышает показатели СП-1.

Таким образом, применение отходов животноводства в строительстве имеет ряд преимуществ и позволяет решить значительное количество экологических проблем. При этом как показывает практика можно получать высококачественные, конкурентоспособные добавки для бетонных смесей. При наладке безотходного производства очевидна экономическая выгода.

Список литературы:

1. Лукьянова Т.А. Технологические особенности древнерусских фресок // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 3. Том I (Гуманитарные науки), С. 214-218.
2. Ю. С. Топчий., Д.М. Хабиров. Модифицированный белковый пластификатор для цементных систем // Технологии бетонов. 2013. № 11. С. 46-47.
3. Сайт ООО Экостройматериалы /Электронный ресурс/ Режим доступа: <http://www.penostroy.ru/equip/17.html>

4. Сайт Биотехнологии /Электронный ресурс/ Режим доступа: <http://www.bio-t.pro/company/bio technology/>
5. Сайт ООО МарЭкоС /Электронный ресурс/ Режим доступа: <http://penoprom.ru/>
6. Martin Cyr, Christine Ludmann, "Low risk meat and bone meal (MBM) bottom ash in mortars as sand replacement" *Cement & Concrete Research*, Vol. 36, pp.469 – 480 (2006).
7. Marie Coutand, Martin Cyr, Eric Deydier, Richard Guilet, Pierre Clastres, "Characteristics of industrial and laboratory meat and bone meal ashes and their potential applications" *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 150, pp. 522–532 (2008).
8. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2016. № 10. С. 6–11.
9. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
10. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // *Строительные материалы*. 2017. № 3. С. 81-84.
11. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: *Научные технологии и инновации* // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
12. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // *Высшее образование в России*. 2014. № 3. С. 65-72.
13. Glagolev E., Suleimanova L., Lesovik V. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder / *International Journal of Environmental and Science Education*. 2016. Т. 11. № 18. С. 12383-12389.
14. Севостьянов В.С., Перельгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования энергоберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2014. № 3. С. 76–80.
15. Zagorodnuk L.H. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials / Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. // *World Applied Sciences Journal* 24 (11): 1496-1502, 2013, ISSN 1818-4952 IDOSI Publications, 2013, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.24.11. 7015.

16. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч. 2. С.267-271.
17. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. №7. С. 82-85.
18. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционные вяжущие на основе органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 25–31.
19. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Беликов Д.А. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства структур // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112-119.
20. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Гайнутдинов Р. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. 2014. С. 93-98.

ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ

Загороднюк Л.Х.¹, д-р техн. наук, профессор,
Сарсенбаев Б.К.², д-р техн. наук, профессор,
Махортов Д.С.¹, аспирант,
Чепенко А.С.¹, студент,
Туцкая И.Н.¹, студент,
Науменко Н.А.¹, студент

1 Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова

2 Южно-Казахстанский государственный
Университет им. М. Ауэзова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc257c384.41864545

Аннотация. В данной статье рассказывается о типах и разновидностях пластифицирующих добавок. Приведена информация о применении их в строительной отрасли.

Представляет значительный интерес использования добавок, синтезированных на основе отходов животноводства в составах композиционных вяжущих различного функционального назначения.

Ключевые слова: пластификаторы, добавки, бетоны, смеси, сырье, прочность, твердение, водопотребность, удобоукладываемость, морозостойкость.

Бетонные растворы - это смесь цемента, воды и инертного наполнителя: щебня, гравия, песка. Содержание каждого из компонентов определяется исходя из их обеспечения лучших характеристик готовой композиции [1-6]. Сложность выбора оптимального соотношения связана с необходимостью решить ряд противоречивых задач. Характеристики, которые определяющие качество готовых бетонных конструкций это: прочность, морозостойкость, водонепроницаемость.

Для улучшения этих свойств исходная смесь должна содержать минимально возможное количество воды. В идеале – ровно столько, сколько необходимо для прохождения химической реакции гидратации цемента. Однако на практике смесь, содержащая такое «идеальное» количество воды, окажется слишком «жесткой», неудобоукладываемой. Увеличение доли воды облегчит процесс укладки, однако неизбежно ухудшит эксплуатационные характеристики готовой конструкции [7].

Поиск средств, позволяющих примирить эти противоречивые требования, привел в сороковых годах XX века к созданию пластификаторов – веществ, которые при введении в состав бетонной смеси обеспечивают ее пластичность, в то же время не ухудшая качества готового бетона.

В настоящее время ассортимент предлагаемых на рынке пластификаторов и суперпластификаторов весьма широк. В зависимости от принципа действия их подразделяют на две основные группы: гидрофильные и гидрофобизирующие.

Первый вариант отличается повышенной смачиваемостью, главной их функцией выступает повышение пластичных и текучих характеристик бетона.

Второй вид пластификатора насыщает бетонную смесь большим количеством воздуха. Таким образом, удается снизить натяжение влаги в растворе, при этом пластичные характеристики раствора увеличиваются.

Сегодня в строительстве пластификаторы являются обязательным элементом практически каждого бетонного раствора. Это можно обосновать рядом их преимуществ:

- основным преимуществом использования пластификаторов является повышение пластичности готового бетонного раствора. Таким образом, с составом легко работать, он хорошо попадает во все труднодоступные места и покрывает мельчайшие поры;

- вторым преимуществом пластификаторов является возможность значительной экономии цементного раствора. Добавляя в бетонный раствор пластификаторы удается сэкономить на количестве цементного раствора. Если сравнивать раствор, приготовленный без добавления пластификаторов и с ними, то количество цемента, используемое во втором случае, будет составлять на 14-17% меньше;

- увеличение прочностных характеристик готового бетонного основания на двадцать пять процентов;

- так как бетонный раствор отличается высокой подвижностью и пластичностью, для выполнения заливки на больших по размерам объектах, используют специальное оборудование в виде бетононасоса или автоматического бетонного насоса. Особо актуально при возведении зданий монолитного типа. При этом, прочность остается на должном уровне;

- уложенный бетонный раствор не нуждается в дополнительном уплотнении с помощью вибратора для бетона, так как пластификаторы

делают его довольно пластичным и прочным. При этом, удается сэкономить время и силы, не применяя вибраторы;

- так как бетонный раствор обладает высокой текучестью и хорошей адгезией с поверхностью, он применяется в процессе заливки элементом с армированными участками;

- спомощью добавления пластификатора удается получить раствор, который обладает высоким уровнем плотности. У конструкций, сооруженных с помощью такого раствора присутствует высокая влагонепроницаемость;

- так как количество влаги, которая присутствует в растворе - минимальное, то конструкция в итоге получается морозостойкой и отличается дополнительной стойкостью перед образованием трещин;

- высокий уровень адгезии бетонного раствора с поверхностью, в которую он заливается, объясняется также применением пластификаторов для бетона.

Однако, использование пластификаторов для бетона отрицательно сказывается на времени застывания бетонной смеси. Поэтому, в некоторых случаях, кроме пластификаторов, в бетонный раствор добавляют и ускорители его схватывания [8].

С точки зрения материала, на основе которого был изготовлен пластификатор, различают несколько видов: органического происхождения; органоминеральные вещества; неорганические вещества.

Первый вариант пластификатора содержит в составе отходы нефтяной отрасли, лесопереработки или агрохимии.

Добавки неорганического происхождения содержат в своем составе разного рода химические вещества в виде формальдегидов или нафтасульфиткислот.

В зависимости от принципа действия, пластификаторы для бетона разделяют на:

- модифицирующие вещества - данные составы увеличивают прочностные характеристики бетона в очень много раз. Кроме того, бетон обладает морозостойкостью, стойкостью к коррозии, низкой паропроницаемостью и высоким уровнем подвижности;

- вещества, ускоряющие прочность - с их помощью удается улучшения марочной прочности бетонного раствора.

При работе в зимнее время года, следует использовать пластификаторы, обладающие эффектом морозостойкости.

Использование суперпластификаторов актуально в том случае, если бетонный раствор будет подвергаться длительной транспортировке

в жаркую погоду. С их помощью удается добиться высокой подвижности бетонного состава, при этом, он становится более влагонепроницаемым, эластичным и прочным. С их помощью удается снизить расход цемента в составе бетона, таким образом, снижается стоимость приготовления бетонного раствора.

Добавки, которые добавляют воздух в бетонный состав. Принцип их действия сопоставим с пористым шоколадом, добавки в составе бетона, делают его микропористым и очень морозостойким. В процессе замерзания происходит расширение воды и она попадает в поры, тем самым никак не изменяя состав и свойства бетонной конструкции.

Добавки самоуплотняющегося состава - с их помощью удается произвести заливку конструкций густоармированного типа.

С помощью применения пластификаторов для бетона удается значительно сэкономить время и деньги, делая бетон более пластичным и более морозостойким. Необходимо учитывать, что существует большое количество пластификаторов для бетонного раствора, которые повышают его качественные характеристики. Перед соединением составов того или иного типа, следует убедиться в их совместимости.

Пластификаторы для бетона используют как на больших строительных площадках во время заливки многоэтажных домов, так и в частном домостроении. Особенно актуальны пластификаторы при заливке фундаментов. Так как, основание с их помощью приобретает дополнительную прочность, морозо- и влагостойкость.

С помощью добавления пластификаторов в бетонный раствор, удается соорудить высококачественные стяжки полов, бетонные блоки, бордюры, плиты, фонтаны, столбы и колонны. Изделия, после заливки не растрескиваются, отличаются длительным сроком эксплуатации.

Таким образом, использование пластификаторов позволяет снизить количество воды, присутствующей в растворе [9]. С помощью использования пластификаторов удается сделать монолитный бетон, бетонный состав мелкозернистого и легкого состава, используя его при заливке разного рода конструктивных элементов.

Широкое использование пластифицирующих добавок свидетельствует об их востребованности и эффективности [10-19].

Представляет значительный интерес использования добавок, синтезированных на основе отходов животноводства в составах композиционных вяжущих различного функционального назначения. Так как это позволяет наладить безотходное производство, снижая при этом себестоимость пластификаторов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-29-24113.

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
2. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
3. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
4. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
5. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
6. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
7. Топчий Ю.С., Хабиров Д.М. Модифицированный белковый пластификатор для цементных систем // Технологии бетонов. 2013. № 11. С. 46-47.
8. Сайт НерудМСТ /Электронный ресурс/ Режим доступа: http://nerudr.ru/staty/plastifikatory_betona_vidy_i_pricip_raboty.php
9. Zagorodnuk L.H. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials / Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. // World Applied Sciences Journal 24 (11): 1496-1502, 2013, ISSN 1818-4952 IDOSI Publications, 2013, DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.24.11. 7015.
10. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3. Ч. 2. С. 267-271.
11. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. № 7. С. 82-85.

12. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционные вяжущие на основе органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 25–31.
13. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Беликов Д.А. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства структур // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112-119.
14. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Гайнутдинов Р. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. 2014. С. 93-98.
15. Lesovik V.S., Zagorodnyk L.H., Tolmacheva M.M., Smolikov A.A., Shekina A.Y., Shakarna M.H.I. Structure-formation of contact layers of composite materials // Life Science Journal, 2014, 11(12s). 948-953.
16. Kuprina A.A, Lesovik V.S., Zagorodnyk L.H., Elistratkin M.Y. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. 9. 816-819.
17. Загороднюк Л.Х., Сумской Д.А., Золотых С.В., Канева Е.В. Получение вяжущих композиций для теплоизоляционных растворов в вихревой струйной мельнице // Вестник БГТУ им. Шухова. 2017. № 2. С. 25–35.
18. Свергузова С.В., Шайхиев И.Г., Том Отити, Сапронова Ж.А. Повышение прочности и морозостойкости керамических изделий при использовании мелассной барды в качестве пластифицирующей добавки // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 19–29.
19. Чернышева Н.В., Шаталова С.В., Евсюкова А.С., Фишер Ханц-Бертрам. Особенности подбора рационального состава композиционного гипсового вяжущего // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 45–52.

ВСПУЧЕННЫЙ ВЕРМИКУЛИТ – СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ РАСТВОРОВ

Загороднюк Л. Х., д-р техн. наук, профессор,
Махортов Д.С., аспирант,
Туцкая И.Н., студент,
Науменко Н.А., студент,
Чепенко А.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2617b55.14725167

Аннотация. В статье рассмотрено использование вспученного вермикулита как сырья для производства эффективных теплоизоляционных растворов.

Ключевые слова: минерал, вермикулит, теплопроводность, структура, удобоукладываемость, раствор, гидролиз.

Вермикулит — это минерал из группы гидрослюд, которые имеют слоистую структуру, продукт гидролиза и последующего выветривания тёмных слюд биотита и флогопита. Вермикулит представляет собой крупные пластинчатые кристаллы золотисто-жёлтого или бурого цвета. При нагревании из пластинок образуются червеобразные столбики или нити золотистого или серебристого цвета с поперечным делением на тончайшие чешуйки, таким образом получают вспученный вермикулит. Обожжённые массы вермикулита свободно плавают на поверхности воды [1].

Химический состав минерала отвечает приблизительной формуле $(Mg^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3})_3 [(Al, Si)_4 O_{10}] \cdot (OH)_2 \cdot 4H_2O$. Вермикулит обычно содержит примеси.

В строительстве используется вспученный вермикулит для теплоизоляции. Минерал, добытый и доставленный на место обработки, нагревается до температуры от 900 до 1200 градусов, в результате чего его объем увеличивается (приблизительно в 25 раз), а сам материал при этом обретает слоеную фактуру. Минерал обретает пористость, а значит, и низкий показатель теплопроводности (теперь она составляет не более 0,12 Вт/м·К), конкретная цифра зависит от состава и размеров фракций вермикулита, которые, в свою очередь, зависят от месторождения [2].

Причиной вспучивания является энергичное выделение паров воды, которые действуют перпендикулярно плоскости спайности,

раздвигают пластинки слюды и увеличивают тем самым их объем зерен в 15...20 раз и более. Чем больше воды в природном вермикулите, тем сильнее происходит вспучивание. На вспучивание зерен вермикулита оказывают влияние такие факторы, как структура, химический состав и влажность сырья, степень и характер гидратации слюды, т. е. порядок расположения гидратированных вермикулитовых и слюдяных слоев, размер зерен, режим обжига (максимальная температура, скорость и продолжительность нагрева).

Вермикулит характеризуется низкой насыпной плотностью (80...200 кг/м³). В соответствии со стандартом он имеет марки 100, 150 и 200.

Теплопроводность вермикулита зависит как от насыпной плотности, так и от размера зерен. При температуре 25°С она находится в пределах 0,056... 0,07 Вт/(м·°С). Теплопроводность мелких фракций выше, чем крупных, имеющих более низкую насыпную плотность; при более высоких температурах, наоборот, более крупные фракции вследствие увеличения конвективного переноса теплоты в крупных порах характеризуются более высокой теплопроводностью, чем мелкие фракции.

В соответствии со стандартом вспученный вермикулит делят на три фракции: крупную (5... 10 мм), среднюю (0,6...5 мм) и мелкую (<0,6 мм). В отличие от вспученного перлита вспученный вермикулит обладает упругостью, которая выражается в его способности частично восстанавливать высоту предварительно сжатой пробы после снятия сжимающей нагрузки [3].

Благодаря минеральному происхождению материал не разлагается, не гниет и имеет неограниченное время эксплуатации [4-10]. Вермикулит не горит, температура его плавления составляет 1000° С, при нагревании не выделяется запах и токсичные вещества. Эти свойства позволяют использовать утеплитель для зданий, построенных из легковоспламеняющихся материалов и устанавливать из него огнезащиту для металлических конструкций. Утеплитель рассчитан не только на высокую, но и на низкую отрицательную температуру, достигающую показателя -200° С.

Слоистая структура минерального утеплителя поглощает звуковые волны. Коэффициент шумопоглощения также зависит от размера гранул, чем они больше, тем эффективней останавливают распространение звука. Высокая пористость не ослабляет материал, он характеризуется достаточно высокой прочностью, которая исключает повреждения при транспортировке и позволяет прессовать из

вермикулита плиты. При использовании в виде изоляционной засыпки утеплитель не дает усадку, не дробится при утрамбовывании.

Материал не подвергается биологическому воздействию насекомых и грызунов. Агрессивные химические составы (щелочи и кислоты) не оказывают на него воздействия. Вермикулит характеризуется высокой гигроскопичностью, при намокании влага распределяется по всей площади утеплителя и быстро выводится наружу [11].

На протяжении долгого времени материал благополучно используется при строительстве, играя роль качественного нескороающего насыпного утеплителя. Способность вермикулита при засыпании заполнять собой различные пустоты дает ему огромное преимущество.

Штукатурные составы с добавлением мелкого вермикулита обладают пластичностью, удобоукладываемостью и не растрескиваются, а кроме того имеет небольшую плотность и достаточную пористость. Цементно-вермикулитовые растворы снаружи защищают стены от непогоды и резких температурных перепадов, препятствует поражению плесенью и насекомыми. Штукатурные утепляющие смеси актуальны и для внутренней отделки: их слои наносятся привычными инструментами, легко затираются и приобретают эстетичный внешний вид. Серебристый или золотистый цвет минерала придает штукатурке декоративный эффект [12].

Также практикуется добавление вермикулита и в кладочные бетонные смеси, чтобы он препятствовал потерям тепла через швы. Бетонные смеси с наполнением из пористого утеплителя имеют меньший вес, их относят к группе легких и теплых растворов. Для их создания используется портландцемент марки М400, песок и вспученный вермикулит фракцией 0,5-10 мм.

Вермикулит также добавляется в смесь при кладке газосиликатных блоков и кирпичей. Теплопроводность полученного раствора близка к показателям строительного материала, что исключает появление «мостиков холода» [13].

Особую значимость вермикулит приобретает в современных условиях, когда вопросам теплоизоляции уделяется важное народно-хозяйственное внимание. Обладая множеством уникальных свойств, вермикулит наряду со вспученным перлитовым песком [14-18] может с успехом использоваться при создании новых эффективных теплозащитных растворов различного назначения.

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Технология изоляционных строительных материалов и изделий: учебное пособие в 2 ч. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. Ч. 2. Технология отделочных, кровельных и гидроизоляционных материалов и изделий. 268 с.
2. [Электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/Вермикулит>
3. Дубеницкий К.Н., Пожнин А.П. Вермикулит. М.: Стройиздат, 1971. 116 с.
4. Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Sumskey D.A., Kaneva E.V. Modern views on the creation of effective composites // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 4. С. 24868-24879.
5. Volodchenko A.N., Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Bogusevich G.G. Energy saving raw materials for the production of new generation silicate materials // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 4. С. 22673-22686.
6. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
7. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавногазобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
8. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
9. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
10. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
11. Роговой М.И. Технология искусственных пористых заполнителей и керамики. Минск.: Эколит, 2018. 320 с.
12. Бутт Л.М., Василюкас В., Вайткус Ю. Справочник по производству теплоизоляционных материалов. Под ред. Ю.Л. Спирина. М.: Стройиздат, 1975. 432 с.
13. Корнеев В.И., Зозуля П.В., Медведева И.Н., Боговяленская Г.А., Нуждина Н.И., Брыков А.С., Корнеев В.И. Технология сухих

- строительных смесей: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. СПб.: Издательство «Лань», 2018. 372 с.
14. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Цекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. №7. С. 82-85.
 15. Kuprina A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Elistratkin M.Y. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. №9. С. 816-819.
 16. Загороднюк Л.Х., Сумской Д.А., Чепенко А.С. Особенности процессов гидратации высокодисперсных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 105–113.
 17. Lesovik V.S., Chulkova I.L., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.A., Popov D.Y. The Role of the Law of Affinity Structures in the Construction Material Science by Performance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С.1100-1105.
 18. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.N., Prasolova E.O. Influence of the Inorganic Modifier Structure on Structural Composite Properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 19. С. 40617-40622.

ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРМИКУЛИТА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Загороднюк Л. Х., д-р техн. наук, профессор,
Махортов Д.С., аспирант,
Туцкая И.Н., студент,
Науменко Н.А., студент,
Чепенко А.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc26b1fc9.76741807

Аннотация. Рассмотрены пути использования вермикулита в строительстве.

Ключевые слова: минерал, вермикулит, теплопроводность, структура, удобоукладываемость, раствор, гидролиз.

Современное гражданское и промышленное строительство предъявляет все более высокие требования к строительным материалам по целому ряду параметров, таких как долговечность, экономичность, экологичность, пожаробезопасность, простота использования и т.д.

В значительной мере всеми вышеперечисленными качествами обладает современный строительный материал - вспученный вермикулит. Благодаря своей пористой структуре, вспученный вермикулит является прекрасным тепло- и звукоизолятором, что делает незаменимым его применение в качестве насыпного утеплителя при устройстве полов и кровельных работ. При этом, происходит существенная экономия средств, так как по своим энергосберегающим свойствам вспученный вермикулит значительно (в 7-10 раз) превосходит такие традиционные строительные материалы, как бетон или кирпич [1].

Область применения вермикулита в строительстве достаточно широка, и данный материал будет находить все большее применение с развитием строительных технологий.

Вспученный вермикулит находит применение в строительстве:

- в качестве насыпного утеплителя;
- в сухих строительных смесях и штукатурках;
- в качестве наполнителя легких бетонов;
- в качестве наполнителя теплогидроизоляционных мастик;
- в устройстве наливных полов;
- в производстве термостойких стеновых панелей и перегородок;

– в качестве тепло- и звукоизолятора.

Борьба с техническим и бытовым шумом - одна из актуальных проблем современного общества [2-7]. Достойное место в ряду звукоизолирующих материалов занимает вспученный вермикулит, эффективно поглощающий звуковые колебания.

Следует заметить, что вспученный вермикулит обладает значительно большим звукопоглощением (в 1,5-2 раза), чем минераловатные или древесно-волоконистые плиты, пенополистирол, кирпич или древесина.

В последнее время, все большее применение находит штукатурка на основе вермикулита для звукоизоляции наружных стен и межкомнатных перегородок. Такие штукатурки удобны в применении, обладают хорошим сцеплением и декоративными качествами [8].

Вспученный вермикулит и теплоизоляционные плиты на его основе являются одним из качественных и недорогих теплоизоляторов является и теплоизоляционные плиты, производимые на его основе.

Теплоизоляционные свойства вспученного вермикулита достигаются, благодаря его пористой структуре с огромным количеством замкнутых теплоизолирующих воздушных прослоек.

Насыпной вспученный вермикулит используется для заполнения межстенных и иных строительных пустот, утепления потолочных перекрытий. Эффективность вермикулитовой засыпки характеризуют следующие цифры: 20 см слой вспученного вермикулита по теплоизоляционным свойствам эквивалентен кирпичной кладке толщиной в 1,5 метра и, практически, полностью исключает потери тепла через чердачные перекрытия. Кроме этого, отсутствие механической усадки выгодно отличает вспученный вермикулит от других насыпных теплоизоляторов- перлита и керамзита.

Как показала практика, применение насыпного вспученного вермикулита на 20% снижает стоимость затрат на материалы и на 30% уменьшает объемы строительно-монтажных работ [9].

Вспученный вермикулит обладает большой открытой пористостью, поэтому засыпки из него характеризуются высоким звукопоглощением. Это свойство вспученного вермикулита может быть использовано для глушения воздушного шума в перекрытиях зданий.

Звукопоглощающие свойства вспученного вермикулита зависят от толщины засыпки, размера и формы его зерен, частоты колебаний звука. С увеличением толщины слоя материала в засыпке коэффициент звукопоглощения интенсивно растет, достигая максимума при толщине

50мм. При большей толщине звукопоглощающие свойства засыпки остаются теми же или даже несколько понижаются.

Вермикулит обладает высокой огнестойкостью. Это его свойство нашло применение для создания вспучивающихся огнезащитных покрытий (ВОЗП).

Наиболее перспективными являются вспучивающиеся покрытия, обладающие огнезащитными и температуростойкими свойствами при действии огня. Эти покрытия наносятся на конструкцию тонким слоем. В процессе эксплуатации они выполняют функции декоративного покрытия. В случае возникновения пожара при действии высоких температур покрытие вспучивается, значительно увеличиваясь в объеме, и образует пористые угольные слои, которые обладают низкой теплопроводностью.

Особо эффективным противопожарным огнезащитным материалом являются конструкционно-отделочные изделия (плиты) на основе вермикулита и неорганического связующего.

Плита вермикулитовая неорганическая огнезащитная— это экологически чистый материал, который одновременно с высокой огнестойкостью сочетает в себе высокие показатели по звукопоглощению, теплоизоляции, а также обладает прекрасными декоративными свойствами с неограниченным сроком эксплуатации. Плиты химически нейтральны, инертны, не содержат щелочных примесей, не токсичны, биостойки, не оказывают раздражающего действия на кожу. В обычных условиях эксплуатации (от -50 до 50°C) и в условиях воздействия высоких температур (до 1200°C) не выделяют летучих токсичных веществ, опасных для здоровья человека и окружающей среды [10].

Все большее применение находит вспученный вермикулит и в качестве составного элемента сухих строительных смесей и штукатурок. Для примера, стандартное оштукатуривание стен цементно-вермикулитовым раствором в 5 раз превосходит по теплосбережению аналогичную штукатурку из цементно-песчаного раствора.

Штукатурные теплоизоляционные сухие смеси на основе цемента, вспученного вермикулита и химических добавок применяют для выравнивания внутренних и наружных стен зданий из газобетонных пенобетонных стеновых блоков, керамических кирпичей, бетона, а также для защиты строительных конструкций от атмосферных воздействий.

Штукатурные составы с добавлением мелкого вермикулита обладают пластичностью, удобоукладываемостью и не растрескиваются, а кроме того имеют небольшой объемный вес и достаточную пористость. Цементно-вермикулитовые растворы снаружи защищают стены от непогоды и резких температурных перепадов, препятствует поражению плесенью и насекомыми. Штукатурные утепляющие смеси актуальны и для внутренней отделки: их слои наносятся привычными инструментами, легко затираются и приобретают эстетичный внешний вид. Серебристый или золотистый цвет минерала придает штукатурке декоративный эффект [11].

В последние годы значительный интерес получают композиционные вяжущие. Накоплен опыт получения композиционных вяжущих и создания надежных теплоизоляционных растворов с использованием вспученного перлитового песка [12-17]. В связи с этим заслуживает внимания использование вспученного вермикулита в качестве минерального компонента композиционных вяжущих, а также строительных теплоизоляционных растворов на их основе.

Список литературы:

1. Бутт Л.М., Василюкас В., Вайткус Ю. Справочник по производству теплоизоляционных материалов. Под ред. Ю.Л. Спирина М.: Стройиздат, 1975. 432 с.
2. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
3. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
4. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
5. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
6. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавногазобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.

7. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
8. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986. 688 с.
9. Дубеницкий К.Н., Пожнин А.П. Вермикулит. М.: Стройиздат, 1971. 116 с.
10. Корнеев В.И., Зозуля П.В., Медведева И.Н., Богоявленская Г.А., Нуждина Н.И., Брыков А.С. Технология сухих строительных смесей: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. СПб.: Издательство «Лань», 2018. 372 с.
11. Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Технология изоляционных строительных материалов и изделий: учебное пособие в 2 ч. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – Ч. 2. Технология отделочных, кровельных и гидроизоляционных материалов и изделий. 268 с.
12. Kuprina A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Elistratkin M.Y. Anisotropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. №9. С. 816-819.
13. Загороднюк Л.Х., Сумской Д.А., Чепенко А.С. Особенности процессов гидратации высокодисперсных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 105–113.
14. Lesovik V.S., Chulkova I.L., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.A., Popov D.Y. The Role of the Law of Affinity Structures in the Construction Material Science by Performance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С.1100-1105.
15. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.N., Prasolova E.O. Influence of the Inorganic Modifier Structure on Structural Composite Properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 19. С. 40617-40622.
16. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С. Повышение эффективности производства сухих строительных смесей: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 548 с.
17. Шкарин А.В., Загороднюк Л.Х., Щекина А.Ю. Лугинина И.Г. Получение композиционных вяжущих в различных помольных агрегатах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 53–57.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ РАСТВОРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСПУЧЕННОГО ВЕРМИКУЛИТА

Загороднюк Л. Х., д-р техн. наук, профессор,
Махортов Д.С., аспирант,
Туцкая И.Н., студент,
Науменко Н.А., студент,
Чепенко А.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc272e305.74485423

Аннотация. Утепление вермикулитом в виде сухой засыпки является высокоэффективным, но весьма дорогостоящим решением. Поэтому в практике частного строительства данный материал чаще всего используют в качестве наполнителя для строительных растворов – так можно существенно повысить их термоизоляционные характеристики.

Ключевые слова: минерал, вермикулит, теплопроводность, структура, удобоукладываемость, раствор, гидролиз.

Вермикулит – это природный минерал, образующийся в результате вымывания и выветривания биотитовой слюды. Цвет минерала зависит от количества примесей в его составе и месторождения породы: чаще он золотисто-желтый, но бывает также бронзово-желтым, золотисто-коричневым и даже буро-зеленым.

В строительстве используется вспученный вермикулит для теплоизоляции. Минерал, добытый и доставленный на место обработки, нагревается до температуры от 900 до 1200 градусов, в результате чего его объем увеличивается (приблизительно в 25 раз), а сам материал при этом обретает слоеную фактуру. Минерал обретает пористость, а значит, и низкий показатель теплопроводности (теперь она составляет не более 0,12 Вт/м·К) [1].

Утепление вермикулитом в виде сухой засыпки является высокоэффективным, но весьма дорогостоящим решением. Поэтому в практике частного строительства данный материал чаще всего используют в качестве наполнителя для строительных растворов – так можно существенно повысить их термоизоляционные характеристики.

Теплоизоляционный кладочный раствор — это смесь для строительных работ, применяемая при возведении кладки из пенобетона, пустотелого кирпича, пористого бетона, пустотелого

пемзового кирпича, газобетона, пеносиликата и пр. Растворы такого типа принимают в энергосберегающем строительстве, когда необходимо сократить энергию, затрачиваемую для обогрева здания [2-8].

Связующим веществом в теплоизоляционном растворе, как и в других растворах для кладки, является цемент. А в качестве наполнителя может выступать вермикулит [9].

Составы и способы приготовления растворов на основе вспученного вермикулита не отличаются от составов и способов приготовления растворов с песчаным заполнителем; обычно они несколько увеличиваются во время перемешивания. В зависимости от соотношения компонентов раствора вермикулитовые штукатурки могут выдерживать конструкционную нагрузку или являются облегченными и предназначенными только для теплоизоляции и огнезащиты.

Такой теплоизоляционный раствор имеет сравнительно небольшой вес и низкую плотность, поэтому его еще называют «легким».

Применение «легкого» раствора взамен обычного увеличивает теплоизоляционные свойства кладки в 1,17 раз. Это происходит вследствие различных коэффициентов теплопроводности. Цементно-песчаная смесь имеет теплопроводность 0,9 Вт/м·°С, а «теплая» — 0,3 Вт/м·°С.

Растворы на основе вермикулита не случайно называют легкими. При насыпной плотности втрое меньшей, чем у традиционных смесей, штукатурки и ровнители с вермикулитом позволяют снизить нагрузку несущих конструкций на фундамент без потери теплозащитных и прочностных свойств. Это дает возможность экономить на устройстве фундаментов и несущих конструкций.

Способы нанесения вермикулитовых растворов ничем не отличаются от традиционных – их также можно наносить на основания послойно вручную или с помощью штукатурных машин [10].

Штукатурные теплоизоляционные сухие смеси на основе цемента, вспученного вермикулита и химических добавок применяют для выравнивания внутренних и наружных стен зданий из газобетонных пенобетонных стеновых блоков, керамических кирпичей, бетона, а также для защиты строительных конструкций от атмосферных воздействий.

При изготовлении штукатурных смесей используются различные функциональные добавки, например, воздухововлекающие, которые дополнительно повышают пористость раствора в ходе затворения смеси. Пористость в сочетании со вспученным вермикулитом повышает

звуко- и теплоизоляционные характеристики. В смесь с вермикулитом не обязательно добавлять фиброармирующие добавки, так как вспученные упругие частицы вермикулита повышают трещиностойкость покрытий, штукатурные растворы не растрескиваются и не усаживаются при засыхании [11].

Высокая пористость наполнителя штукатурки позволяет также компенсировать колебания влажности воздуха в помещении, исключить переувлажнение, появление плесени и грибков. Вспученный вермикулит может поглотить количество влаги, впятеро превышающее его собственный вес, а потом вернуть его обратно в среду.

Кладочные теплоизоляционные смеси на основе цемента, вермикулита, кварцевого песка и химических добавок помогают создать однородную по теплопроводности ограждающую конструкцию. Применение кладочных смесей позволяет избежать мостиков холода, которые образуются из-за разницы в теплопроводности стенового материала и растворов. Это улучшает теплоизоляцию стен на 15–20%, а также снижает влажность каменной кладки – паропроницаемость легких растворов на 80% выше, чем у цементно-песчаных смесей.

Практическую значимость в строительстве имеет такое свойство вермикулита как огнестойкость. Вермикулит не поддерживает горение и не плавится до температуры 1200°C. Огнестойкость смесей на основе вермикулита в 4 раза выше, чем у песчано-цементных смесей: 13-миллиметровый слой штукатурки с вермикулитом обеспечивает 10-часовой предел огнестойкости.

Еще одной характерной особенностью смесей на основе вермикулита является повышенные звукоизоляционные качества стеновой конструкции. У обычных штукатурок коэффициент звукопоглощения равен 0,015...0,02, то есть они практически не противостоят распространению шумов. У «теплых» штукатурок этот показатель намного выше – 0,2...0,65.

Теплоизоляционные растворы на основе вермикулита могут применяться для наружных работ по практически любой стеновой поверхности – их показатели адгезии довольно высоки. Морозоустойчивость таких покрытий оценивается примерно в 25 циклов.

Строительные растворы на основе вермикулита при соблюдении определенных правил их приготовления имеют еще одно свойство – природный золотистый или серебристый отлив вермикулита создает очень интересный декоративный эффект при отделке фасадов [12].

Накоплен опыт получения композиционных вяжущих и создания надежных теплоизоляционных растворов с использованием вспученного перлитового песка, представляющих значительный интерес в последние годы [13-18]. В связи с этим использование вспученного вермикулита в качестве минерального компонента композиционных вяжущих, а также строительных теплоизоляционных растворов на их основе заслуживает особого внимания.

Список литературы:

1. Бутт, Л.М. Справочник по производству теплоизоляционных материалов. / Бутт Л.М., Василяускас В., Вайткус Ю. Под ред. Ю.Л. Спирина – М.: Стройиздат, 1975. – 432 с.
2. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
3. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
4. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавнога газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
5. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
6. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф., Глаголев Е.С. Несущая способность сталебетонных плит по нормальному сечению // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 42–44.
7. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Глаголев Е.С., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Несущая способность сталебетонных полигональных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 102–105.
8. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Сумской Д.А. Теплоизоляционные растворы пониженной плотности // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 40–50.
9. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986. 688 с.
10. Дубеницкий К.Н., Пожнин А.П. Вермикулит. М.: Стройиздат, 1971. 116 с.
11. Корнеев В.И., Зозуля П.В., Медведева И.Н., Боговяленская Г.А., Нуждина Н.И., Брыков А.С. Технология сухих строительных смесей: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. СПб.: Издательство «Лань», 2018. 372 с.

12. Лесовик В.С., Алфимова Н.И. Технология изоляционных строительных материалов и изделий: учебное пособие в 2 ч. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. Ч. 2. Технология отделочных, кровельных и гидроизоляционных материалов и изделий. 268 с.
13. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. №7. С. 82-85.
14. Kuprina A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Elistratkin M.Y. Anistropy of Materials Properties of Natural and Man-Triggered Origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. №9. С. 816-819.
15. Загороднюк Л.Х., Сумской Д.А., Чепенко А.С. Особенности процессов гидратации высокодисперсных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 105–113.
16. Lesovik V.S., Chulkova I.L., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.A. Popov D.Y. The Role of the Law of Affinity Sctructures in the Construction Material Science by Perfomance of the Restoration Works // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Т. 9. № 12. С.1100-1105.
17. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Volodchenko A.N., Prasolova E.O. Influence of the Inorganic Modifier Structure on Structural Composite Properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 19. С. 40617-40622.
18. Шкарин А.В., Загороднюк Л.Х., Щекина А.Ю. Лугинина И.Г. Получение композиционных вяжущих в различных помольных агрегатах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 53–57.

ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ЗАКОНА СРОДСТВА СТРУКТУР

Загороднюк Л.Х., д-р. техн. наук, профессор,

Махортов Д.С., аспирант,

Чепенко А.С., студент,

Черепанова И.А., аспирант,

Авад Мохамад Незар, магистрант

Белгородский государственный технологический

университет им. В. Г. Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc27c39e7.44548037

Аннотация. Закон о сродстве структур в области строительных материалов основан на основных свойствах и моделях, присущих основному и основному связующему материалу, обеспечивая гарантированные свойства контактного слоя для надежной и долговременной работы конструкции.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, закон сродства структур, раствор, ремонтные смеси.

Актуальность. Разработка вопросов, связанных с созданием комфортных условий в системе «человек - материал - среда обитания», становится в последнее время одним из важнейших направлений науки Расчетами Росстроя РФ, выполненными для реализации федеральной целевой программы «Жилище» в рамках Национального проекта «Доступное и комфортное жилье - гражданам России», определена потребность в эффективных материалах для строительства [1-9].

С учетом положения геоники (геомиметики) был предложен « Закон сродства структур » . Он подразумевает проектирование слоистых композитов и ремонтных смесей на нано- , микро - и макро уровне аналогичных базовой матрице, что приводит к существенному повышению адгезии и долговечности материалов. Например, используется этот закон при разработке кладочных растворов, штукатурных растворов, реставрационных смесей. Когда необходимо создать единый целый композит и таким образом только закон сродства структур позволяет это сделать. Реализовано это при реставрации памятников архитектуры: ставка Колчака ансамбль Царицыно и Великого Ростова, церковь Преображения в Пермской области памятники в Болгарии и др .

Закон сродства структур в науке о строительных материалах основан на базовых свойствах и моделях, присущих основному и

связующему материалу, а также на наборе необходимых свойств, обеспечивающих гарантированные свойства контактного слоя для надежной и долговременной работы конструкции.

Прежде всего, для создания надежного и прочного контактного слоя между базовыми и вспомогательными материалами, например, между стеновым материалом и штукатурным раствором, необходимо учитывать химическое сродство используемых материалов, их совместимость, их предпосылки для создания надежного контакта, отсутствие антагонистических причин между ними. Выполнение всех этих условий обеспечит гарантированное долгосрочное обслуживание этого контактного слоя и надежность, и безопасность конструкции в целом. Следует иметь в виду, что мы довольно часто встречаем сложные структуры, которые могут состоять из различных химических элементов, но что, тем не менее, необходимо учитывать их совместимость, несовместимость и, возможно, их синергизм.

Существенное влияние на создание контактного слоя оказывают генетические особенности основного и вспомогательного материала, а также и сырьевых компонентов контактного слоя, в связи с этим следует учитывать и подбирать сырье с учетом их генезиса, вследствие чего и реакционную способность составляющих элементов в системе можно будет регулировать с учетом поставленных задач.

Использование закона о сродстве структур при проектировании ремонтных смесей позволило получить решения с заданными технологическими, физико-механическими и эксплуатационными свойствами путем формирования системы из ее составляющих элементов: агрегата, наполнителя, эффективного вяжущего и функциональных добавок, в которых синтезируется композит, идентичный восстанавливаемой матрице на нано, микро-и макроуровне [10].

Выбор компонентов сухих строительных смесей, определение основных свойств сырьевых ингредиентов и обоснование их применения обеспечивают производство стабильного качества с требуемым уровнем строительных и технических свойств, отвечающих требованиям рынка современного строительства.

Поскольку сухие строительные смеси представляют собой многокомпонентные системы, последующая оптимизация-модификация сухих смесей с различными органическими, органоминеральными добавками, в зависимости от указанных свойств сухой смеси, а также технологических параметров растворенной смеси, и технических характеристик конечного продукта - затвердевшего раствора, должна

осуществляться методом математического планирования многофакторных плоскостей [11, 12]. Следует учитывать особенности влияния отдельных функциональных добавок в системе, поэтому увеличение дозирования отдельных добавок может привести к изменениям свойств общей системы, компоненты системы проявляют свои свойства в зависимости от линейных зависимостей изменений свойств, когда изменяется концентрация компонентов. Использование этого метода позволяет, в зависимости от технологической и экономической осуществимости, путем изменения стоимости функциональных добавок, установить их минимальное использование, обеспечивая получение материала с требуемыми свойствами и снижая стоимость модифицированных смесей.

Сродство структур в материаловедении принято учитывать непосредственно внутренние существующие связи и образовавшиеся в результате создания направленных структур при целевой разработке новых композитов, обеспечивающих необходимые условия для надежной функциональной работы строительных изделий и конструкций [15].

В современных условиях для проведения качественных ремонтов большого многообразия каменных, бетонных и железобетонных конструкций необходимо совершенствовать существующие технологии, и разрабатывать новые составы с улучшенными эксплуатационными характеристиками с применением модифицирующих добавок, обеспечивающих высокие технологические и физико-механические показатели ремонтным растворам. На сегодняшнем уровне развития строительного материаловедения, в условиях совершенствования методов тонкого химического и структурного анализов заслуживает большего внимания изучение и учет механизмов действия химических добавок и наполнителей на процессы гидратации и твердения цементных композиций, начиная с молекулярного уровня и заканчивая макроструктурой с учетом разработанного нами закона сродства структур [13-21].

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-29-24113.

Список литературы:

1. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и

- инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
2. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
 3. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
 4. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
 5. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
 6. Glagolev E., Suleimanova L., Lesovik V. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 12383-12389.
 7. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Сумской Д.А. Теплоизоляционные растворы пониженной плотности // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 40–50.
 8. Алфимова Н.И., Пириева С.Ю., Гудов Д.В., Шураков И.М., Корбут Е.Е. Оптимизация рецептурно-технологических параметров изготовления ячеистобетонной смеси // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 30 – 36.
 9. Елистраткин М.Ю., Кожухова М.И. Анализ факторов повышения прочности неавтоклавного газобетона // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 59 – 68.
 10. Лесовик В.С. Закон сродства структур в материаловедении / Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. // Фундаментальные исследования. Пенза, 2014. - № 3-2. - С. 267-271
 11. Загороднюк Л.Х., Ширина Н.В. Эффективные строительные смеси для теплоизоляционных работ: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 181с.
 12. Загороднюк Л.Х. Сухие теплоизоляционные смеси на композиционных вяжущих: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 216с.
 13. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства // Вестник РААСН. 2014. № 18. С.112-119.
 14. Лесовик В.С. Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Куприна А.А. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ // Строительные материалы. 2014. № 7. С.82-85.
 15. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Гайнутдинов Р. Специфика твердения

- строительных растворов на основе сухих смесей // Вестник РААСН. 2014. С. 93-98.
16. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционное вяжущее на основе комплексного органоминерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 25–31.
 17. Lesovik V.S. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials /Lesovik V.S., Zagorodnuk L.H., Shkarin A.V, Belikov D.A., Kuprina A.A..//World Applied Sciences Journal 24 (11): 1496-1502, 2013.
 18. Lesovik V.S. Structure-formation of contact layers of composite materials / V.S. Lesovik, L.H Zagorodnuk, M.M. Tolmacheva, A.A. Smolikov, A.Y. Shekina, M.H.I. Shakarna // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 12. С.948-953.
 19. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Ильинская Г.Г., Беликов Д.А. Сухие строительные смеси для ремонтных работ на композиционных вяжущих: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 147 с.
 20. Лесовик В.С., Чулкова И.Л., Загороднюк Л.Х. Практическая реализация закона сродства структур при реставрации исторических объектов // Научные технологии и новации: сб. докл. Межд. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им.В.Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014.- Ч. 3.- С. 242-246.
 21. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Практика использования закона сродства структур для проектирования эффективных композитов // Научные технологии и новации: сб. докл. Межд. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им.В.Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. Ч. 3. С. 156-163.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА

**Загороднюк Л. Х., д-р. техн. наук, профессор,
Махортов Д.С., аспирант,
Чепенко А. С., студент,
Гусейханов С.А., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc286c6d6.64912010

Аннотация. Рассмотрены пути эффективного использования вулканического пепла в строительстве

Ключевые слова: вулканический пепел, энергоёмкость, сырьё, бетон, теплоизоляция, ресурсы, минеральные добавки.

Снижение энергоёмкости производства строительных материалов возможно за счет использования сырья с высокой свободной внутренней, к которым относятся эффузивные магматические породы, алюмосиликатное сырьё зеленосланцевой степени метаморфизма, в том числе вулканический пепел и породы коры выветривания [1-6].

Применение вулканического пепла в мире достаточно разнообразно, его используют не только в качестве добавок для строительных материалов, но также он нашел свое применение и в медицине. Многие страны начинают использовать вулканический пепел как строительный материал.

Вулканический пепел использовался достаточно давно для создания «римского бетона»: Исследовательскую группу возглавляли Джексон и Паулу Монтейру (Paulo Monteiro), профессор строительной техники и экологических технологий в Беркли. Они изучили образцы римского бетона, взятые из древнего волнолома на дне Поццуольского залива (к западу от Неаполя). Бетон был излюбленным строительным материалом в Римской империи. Его использовали при строительстве таких памятников, как Пантеон, а также верфей, волноломов и других портовых сооружений. Особенно ученых заинтересовало, как подводные бетонные конструкции римлян выдерживали контакт с солёной водой. Рецепт римского бетона был записан около 30 года до н.э. Витрувием. (Не такой уж) секретный ингредиент – это вулканический пепел, который римляне смешивали с известью для изготовления цементного строительного раствора. Этот раствор, вместе камнями (вулканический

туф), римляне заливали в деревянные формы, уже погруженные в воду. Они решили не бороться с морской стихией, а приручить ее, сделав морскую воду составным элементом бетона. Ученые описали крайне редкий минерал – тоберморит алюминия – один из гидросиликатов кальция (формула - $Al Ca_5Si_6O_{16}(OH)_2 \cdot 4H_2O$), который образуется при химической реакции цемента с водой. «Наше исследование впервые рассмотрело механические свойства этого минерала», - утверждает Джексон.

Древнеримский бетон раскрывает свои секреты. Но почему римский бетон перестали использовать в строительстве? «Римская империя вступила в период упадка, и морская торговля сократилась. Также возможно, что первоначальные сооружения оказались настолько хорошими, что заменять их не требовалось», - рассказывает Джексон. При всей своей прочности римский бетон вряд ли заменит современный – ему нужно слишком много времени, чтобы затвердеть. Но в некоторых странах, где имеются большие запасы вулканического пепла, возрождение этой технологии может быть экономически оправданно – особенно там, где мало ресурсов золы-уноса (побочный продукт сжигания угля, который часто используется в производстве современного экологически чистого бетона).

Через много лет в Аргентине начали применять вулканический пепел для создания панелей модульного домостроения. Менее чем за год аргентинским исследователям удалось создать технологию, которая позволяет перерабатывать вулканический пепел и создавать из него панели для модульного домостроения. Каждая такая панель оснащена вертикальным и горизонтальным креплением, а работа с инновационным строительным материалом не требует специальных навыков и профессиональной подготовки [7-16].

По словам ученых, сегодня в Аргентине ежедневно можно создавать по одному дому из вулканической пыли. Площадь такого жилища не будет превышать 45 квадратных метров, а целевая аудитория подобных строений — представители бедных слоев населения, в настоящий момент не имеющие и такой крыши над головой.

Достоинства проекта очевидны — дешевый и экологичный строительный материал создается из совершенно бесполезных человеку ресурсов планеты, а стоимость возведения одного дома мизерна даже по меркам аргентинской глубинки. К положительным моментам можно также отнести простоту сборки подобных домов и небольшие сроки строительства.

Единственное замечание, с которым приходилось встречаться аргентинским ученым — это невысокие теплоизоляционные свойства материала. На юге Аргентины (не забываем, что мы говорим о южном полушарии) свирепствуют холодные ветра, а это ставит под удар возможность применения технологии в этом регионе.

Остается добавить, что возведение «вулканических домов», возможно, станет не единственной точкой приложения свойств вулканической пыли. Ученые обратили внимание на то, что по абразивным характеристикам и химическому составу вулканический пепел имеет много общего с инсектицидами, а, значит, в недалеком будущем его можно будет использовать и в сельском хозяйстве для борьбы с насекомыми-вредителями.

К настоящему времени, имеется значительный опыт использования различных минеральных добавок в качестве компонентов, наполнителей, заполнителей, для различных композиционных материалов [17].

Встречаются отдельные работы по использованию вулканического пепла при использовании строительных материалов.

Вулканический пепел - дисперсные частицы камня и стекла + глина. Стекло как правило гидратировано и по своим свойствам близко к перлитовой руде. Как и перлит может применяться в:

- качестве активной минеральной добавки образующей в цементный гипсовый камень. Подвспученый пепел кроме того играет роль еще и облегчающей (противоусадочной добавки) добавки.

- исходного сырья для получения стекол Т плавления около 800 - 900С (в.т.ч.жидких);

После вспучивания его насыпная плотность 80 - 150 кг/м³ - можно использовать:

- в строительстве - в качестве тепло звуко изоляционных засыпок,
- для создания легких пресованных изделий (кирпичей и блоков), наполнителей в краски, ССС, бетоны;
- в качестве различных наполнителей;
- как фильтровальный материал - в качестве сорбента;
- специально обработанный гидрофобизированный - для сбора разливов масла и нефтепродуктов с поверхности воды и земли;
- в металлургии - как теплоизолятор в кислородных коллонах;
- для очистки зеркала расплава стали; для плавного охлаждения отливок;

- в цветоводстве и овощеводстве - в качестве субстрата на котором выращиваются растения. И еще многое другое.

Несмотря на то, что у пепла такое обширное применение с ним нужно быть осторожней и перед применением тщательно его исследовать, многие утверждают, что у этого продукта есть радиационный фон, который может негативно влиять на состояние человека.

Часто полагают, что если пепел вулканического происхождения, то он может быть радиоактивным. Существует ГОСТ 8736-93 по которому определяют Удельную эффективную активность естественных радионуклидов Аэфф.трёх элементов: Радий Ra-226, Торий Th-232 и Калий-40. Нормативное значение показателей суммы этих трёх элементов должно быть Аэфф=370 Бк/кг. Результаты специализированных лабораторных испытаний вулканического пепла из Кабардино-Балкарской Республики показывают что Аэфф=274,4 Бк/кг, что говорит о соответствии нормативу вулканического пепла для всех видов строительства.

Но, несмотря на все, вулканический пепел представляет значительный интерес, как алюмосиликатный компонент для использования в различных цементных системах. Что безусловно является достоинством технико-экономически эффективным [18-20].

Список литературы:

1. Пучка О.В., Лесовик В.С., Вайсера С.С. Использование стеклокомпозитов для строительства в условиях арктики // В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика : В 3 частях. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 29-36.
2. Дмитриев Ю.А., Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Куприна А.А., Ковтун М.М. Композиционные вяжущие для ремонта и восстановления строительных конструкций// В сборнике: наукоёмкие технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 94-98
3. Сованн Ч., Лесовик В.С., Толстой А.Д., Вырмаскин А.В., Баранов А.В. Твердение высоконаполненных порошковых бетонов в условиях жаркого климата камбоджи // В сборнике: наукоёмкие технологии и инновации Сборник докладов

- Международной научно-практической конференции. 2016. С. 363-370.
4. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Новиков К.Ю., Крымова А.И., Аллахам Я.С., Вырмаскин А.В. Возможности применения техногенного сырья для изготовления порошковых бетонов // В сборнике: Научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 413-419.
 5. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Агеева М.С., Кривенкова А.Н., Коробов Р.А., Крымова А.И. Порошковые бетоны на техногенном сырье для штампованных и декоративных форм // В сборнике: научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 420-425.
 6. Володченко А.Н., Лесовик В.С. силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. 2008. № 11. С. 42-44.
 7. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
 8. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
 9. Севостьянов В.С., Перельгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования энергосберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 76–80.
 10. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
 11. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
 12. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
 13. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавногазобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
 14. Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Sumskey D.A., Kaneva E.V. Modern views on the creation of effective

- composites // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 4. С. 24868-24879.
15. Volodchenko A.N., Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Bogusevich G.G. Energy saving raw materials for the production of new generation silicate materials // International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 4. С. 22673-22686.
 16. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Шаталова С.В., Стариков М.С. Формирование свойств композиций для строительной печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 6–14.
 17. Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин С. Стеновые материалы на основе нетрадиционного сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 53–57.
 18. Высокая реакционная активность наноразмерной фазы кремнезема композиционного вяжущего Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Глаголев Е.С. В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 87-93.
 19. Лесовик В.С., Муртазаев С.А.Ю., Аласханов А.Х., Сайдумов М.С."Зеленые" бетоны на основе материалов разборки зданий и сооружений // В сборнике: Актуальные вопросы архитектуры и строительства Материалы Пятнадцатой Международной научно-технической конференции. Редколлегия: В.Т. Ерофеев (отв. ред.) [и др.]. 2017. С. 186-195.
 20. Наваретте Велосс, Ф.А. Перспективы использования сырьевых ресурсов Эквадора в строительстве // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 18–19 сент. 2007 г. / Изд-во БГТУ. – Белгород, 2007. – Ч.1. – С. 27

ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОБАВКИ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА

Загороднюк Л.Х., д-р. техн. наук, профессор,
Глаголев Е.С., канд. техн. наук,
Махортов Д.С., аспирант,
Чепенко А. С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2904100.61465984

Аннотация. Статья знакомит с исследованием добавки вулканического пепла для производства строительных материалов, выделяются и описываются характеристики гипсовермикулитовых компонентов.

Ключевые слова: вулканический пепел, портландцемент, материал, композиты.

Вулканический пепел - это активная минеральная добавка, которая не требует помола, пластифицирует смесь, улучшает прочностные и деформативные свойства бетона, способствует снижению расхода цемента.

Подробнее:

Вулканический пепел - дисперсные частицы камня и стекла и глины. Стекло как правило гидратировано и по своим свойствам близко к перлитовой руде. Как и перлит может применяться в:

- качестве активной минеральной добавки образующей в цементный гипсовый камень. Подвспученный пепел является облегчающей добавки.

- исходного сырья для получения стекол температура плавления около 800-900 °С;

После вспучивания его насыпная плотность становится 80 - 150 кг/м³ –и его можно использовать: в строительстве - в качестве тепло звуко изоляционных засыпок, для создания легких прессованных изделий (кирпичей и блоков), наполнителей в краски, ССС, бетоны; в качестве различных наполнителей; как фильтровальный материал - в качестве сорбента [1].

Самый интересный материал из вулканического пепла-попые стеклянные микрошарики. В Японии, где этот материал производят в очень большом количестве, около 10 марок такого продукта. В Китае вулканический пепел Магаданского месторождения был построен завод

по производству фильтрующего материала и стеклянных полых микросфер по Японской технологии. Обладая свойствами, близкими к полым микросферам из золы угольных электростанций-сырья для специальных бетонов, в том числе тампонажные растворы для буровых установок, теплоизоляционных изделий, теплоизоляционных красок и др. Стоимость 1м³ стеклянной микросферы составила 300 кг / м³ в пределах 3-10 евро.

Снижение себестоимости строительной продукции-основная задача строительства [2-8]. Использование промышленных отходов и местного сырья для создания композитных материалов позволит снизить себестоимость и улучшить их свойства [9].

Устранение недостатков гипсовых материалов возможно путем создания композитов с использованием промышленных отходов, местного сырья и волокнистой арматуры. Фибробетон по сравнению с обычным бетоном обладает высокими прочностными характеристиками, трещиностойкостью и ударпрочностью [10]. Для гипсобетона в качестве наполнителя и активных минеральных добавок могут быть эффективно использованы материалы природного и техногенного происхождения [11, 12]. Одним из таких материалов является вулканический пепел Кабардино-Балкарской Республики, ранее недостаточно исследованный для применения в гипсобетонных композитах [13].

В предыдущем анализе нами были разработаны гипсоввермикулитобетонные композиты с использованием обожженной извести и отходов распиловки вулканического туфа [14]. Использование вулканического пепла, базальтовых волокон и портландцемента в композитах позволит расширить сырьевую базу композитов с улучшенными физико-механическими характеристиками.

В исследованиях по развитию огнезащитный фиброгипсоввермикулитобетонных композитов, используемых:

- гипсовое вяжущее Усть-джегутинского гипсового завода марки г-5 БИИ по ГОСТ 125-79 с характеристиками по ГОСТ 23789-79: нормальная плотность-50 %; начало схватывания-12 мин, окончание схватывания-17 мин; прочность на сжатие и изгиб соответственно-5,3 МПа и 2,6 МПа;

- портландцемент ПЦ500-заводу "Белгородский цемент»;

- вермикулит, опухшие фракция 0.16-5 мм с насыпной плотностью 150 кг / м³.

В качестве наполнителя и активной минеральной добавки использовался вулканический пепел Заюковского месторождения с максимальным размером зерен 0,14 мм.

Балки размерами 4x4x16 см из композита формировались методом литья под давлением из смеси нормальной плотности. Смесь Фиброгипсовермикулитобетон был подготовлен в бетоносмеситель принудительного действия. Вспученный вермикулит добавляют в предварительно смешанную смесь гипса, портландцемента, пепла, базальтовых волокон и воды. Хранение балок происходило в естественных условиях. Характеристик композитов определяли по ГОСТ 23789-79.

Первоначально было определено оптимальное соотношение компонентов гипса, золы и портландцемента, которое обеспечило бы композит с улучшенными физико-механическими свойствами при меньшем расходе связующего. В то же время, влияние зернового состава золы на свойства гипсоцементнопуццоланового композита.

Выявлено, что влияние гранулометрического состава золы на прочностные свойства композита неоднозначно, в композициях с высокой зольностью целесообразно использовать более крупные фракции, а с содержанием золы менее 50% в композите-мелкие фракции. Сырьевая смесь для изготовления гипсового композита, который позволяет снизить расход гипса на 30,0 % без снижения прочности композита. Выявлено оптимальное соотношение компонентов для изготовления гипсобетонного композита: гипс: пепел-1:1, портландцемент-10-20% от массы гипса. Разработанный гипсобетонный композит имеет повышенный коэффициент размягчения-0,75.

Дополнительно изучено влияние соотношения компонентов смеси на прочность и плотность гипсоволоконных композитов (Таблица. 1).

Из таблицы 1 следует, что до 30 % портландцемента можно заменить вулканическим пеплом без существенного снижения прочности гипсовермикулитобетонного композита.

Разработанные гипсовермикулитобетонные композиты обладают такими недостатками: хрупкость, относительно небольшие прочностные характеристики. Свойства композитов с базальтовыми фибрами было изучено с применением метода математического планирования эксперимента [15-20].

Таблица 1. Состав смеси и характеристики гипсовермикулитобетонных композитов

№ образцов	Состав смеси	Средняя плотность с, кг/м ³	Предел Прочности, МПа		
	Гипс: вермикулит по объему	Расход цемента в % от массы гипса	Добавка пепла в % от массы цемента		На изгибе в возрасте 2 ч
1	1:2	-	-	6,31	0,7
2	1:2	20	30	6,19	0,5
3	1:3	-	-	5,29	0,4
4	1:3	20	30	4,8	0,4
5	1:4	-	-	4,29	0,3
6	1:4	20	30	3,63	0,35

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-29-24113.

Список литературы:

1. Zagorodnuk L.H., Lesovik V.S., Shkarin A.V., Belikov D.A., Kuprina A.A. Creating Effective Insulation Solutions, Taking into Account the Law of Affinity Structures in Construction Materials // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. № 11. С. 1496-1502.
2. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
3. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
4. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
5. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
6. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н.

- Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству / Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
7. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
 8. Елистраткин М.Ю., Минакова А.В., Джамиль А.Н., Куковицкий В.В., Эльян Исса Жамал Исса. Композиционные вяжущие для отделочных составов // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 37-44.
 9. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Шамшуров А.В., Беликов Д.А. Композиционные вяжущие на основе органо-минерального модификатора для сухих ремонтных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 5. С. 25-31.
 10. Загороднюк Л.Х. К проблеме проектирования сухих ремонтных смесей с учетом сродства структур / Л.Х. Загороднюк, В.С. Лесовик, Д.А. Беликов // Вестник Центрального регионального отделения РААСН, Выпуск 18. Москва. 2014.С. 112-119.
 11. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю.Высокоэффективные композиционные вяжущие с использованием наномодификатора // Вестник центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук. 2010. С.90.
 12. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Гайнутдинов Р. Специфика твердения строительных растворов на основе сухих смесей /// Вестник Центрального регионального отделения РААСН.-2014. С. 93-98.
 13. Gipsovye materialy i izdeliya (proizvodstvo i primeneniye) [Gypsum materials and article (production and application)]: spravochnik pod obshch. red. A.V. Ferronskoy. M.: ASV, 2004. 488 p.
 14. Ferronskaya A.V., Volkov Yu.S. Stroitel'nyy ekspert. 2003. № 13 (152). S. 7.M.: ASV, 2004. 488 p.
 15. Моргун Л.В. Размышления об эффективности стеновых материалов // Инженерный вестник Дона, 2008. №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2008/97.
 16. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Развитие теории формирования структуры и свойств бетонов с техногенными отходами // Изв. вузов. 1996. №7. С. 13-15.
 17. Хежев Х.А., Хежев Т.А., Кимов У.З., Думанов К.Х. Огнезащитные и жаростойкие композиты с применением вулканических горных пород // Инженерный вестник Дона, 2011. №4 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/710.

18. Ахматов М.А. Эффективность применения местных строительных материалов и бетона. Нальчик: Эльбрус, 1986. 160 с.
19. Карпов В.В., Коробейников А.В., Мальшев В.Ф., Фролькис В.А. Математическая обработка эксперимента и его планирование. Учеб. пособие М.: АСВ, СПб., СПбГАСУ, 1998. 100 с.
20. Ферронская А.В., Волков Ю.С. Роль строительства в решении экологических проблем современной цивилизации // Строительный эксперт. 2003. № 13 (152). С. 7.

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЕ ФИБРОБЕТОНЫ ДЛЯ ПОЛОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Казлитин С.А., канд. техн. наук,

Мартынова К.Ю., студент,

Лазарев П.И., студент,

Моторыкин Д.А., магистрант,

Голубинский А. К., магистрант

Белгородский государственный технологический

университет им. В. Г. Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc29d54e3.38724594

Аннотация. В работе рассматривается возможность применения техногенного сырья Курской Магнитной Аномалии в качестве компонента композиционного вяжущего и сырья для мелкозернистого фибробетона при конструкции промышленных полов.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, мелкозернистые бетоны, армированные бетоны, монолитное строительство.

Создание новых материалов было и остается основой технологического развития и разработки инновационных продуктов для различных секторов экономики. Они позволяют как совершенствовать современные технологии, делая их более эффективными и экономически выгодными, так и реализовывать принципиально новые, прорывные технологические решения. Развитие данной области стимулируется прежде всего растущим спросом на новые материалы, обусловленным, с одной стороны, истощением сырьевых ресурсов, с другой – активным внедрением нанотехнологий в производство товаров с принципиально новыми свойствами, что в свою очередь благоприятно скажется на изменении образа жизни людей [1-4].

Развитие и улучшение качеств материалов для применения в строительстве промышленных полов способствовало разработке новых принципов исследования и получения современных конгломератов. Промышленное строительство значительно отличается от возведения гражданских объектов. При реализации данных сооружений применяются современные технологии, учитываются эксплуатационные нагрузки, полы должны удовлетворять всем требованиям технологических процессов, обеспечить длительный срок службы, надежную эксплуатацию.

К промышленному полу относятся не только полы для производственных цехов, складов, гаражей, но и полы на объектах

жилого и общественного назначения: административных учреждениях, торгово-развлекательные и выставочные центры, предприятия бытового обслуживания, учебные и медицинские учреждения, и жилые здания. Полы лестничных площадок и лифтовых холлов жилых домов — это промышленные полы, так как подвергаются истирающим нагрузкам, и соответственно должны обладать заданным набором прочности всеми характеристиками промышленного пола.

Практически все промышленные полы заливаются из бетона, который является наиболее подходящим материалом для заливки производственного пола. У бетона есть достаточно большое количество преимуществ на множеством других материалов, но есть и некоторые недостатки, устранить которые можно с помощью специальных современных технологий и смесей.

Основные преимущества бетонного пола:

- натуральность и экологичность, позволяет использовать этот материал для заливки полов в зданиях и помещениях любого назначения;

- отсутствие пыли даже при интенсивной эксплуатации, не причиняет вреда органам дыхания человека. Но только при специальной обработке поверхности;

- устойчивость к воде и агрессивной химии. Даже под воздействием кислотных и химических веществ бетонный пол не теряет своих характеристик;

- не горючесть. Такой тип пола не боится пожаров и сильного огня;

- благодаря своей монолитности в бетонный пол не проникает влага и вредные микроорганизмы;

- высокая долговечность.

В среднем он может эксплуатироваться от 20 до 30 лет, без ремонта.

Применение мелкозернистых бетонов набирает все большую популярность в строительном материаловедении. Такой бетон широко используемый в настоящее время отличается от обычного высоким содержанием цементного камня, повышенной удельной поверхностью и меньшей крупностью заполнителей.

В настоящее время в строительстве все чаще находят применение мелкозернистые бетоны с использованием промышленных отходов и в частности отсевов дробления попутно-добываемых пород, таких как кварцитопесчаники, малорудные кварциты, гранитогнейсы, амфиболиты и сланцы [5-10]. Наиболее ценным сырьем для получения заполнителя являются отсева дробления кварцитопесчаников. На

данный момент они широко применяются для производства бетона различного назначения, широкой номенклатуры изделий и в качестве компонента композиционных вяжущих.

В данной работе исследовалась возможность получения мелкозернистого фибробетона на основе отсева дробления кварцитопесчаника Лебединского месторождения Курской магнитной аномалии и стальной фибры получаемой фрейзерным способом из шлаба.

Анализ результатов физико-механических испытаний кварцитопесчаника Лебединского месторождения свидетельствуют об их высоком качестве. Щебень из кварцитопесчаника, не подвергшегося выветриванию, характеризуется высокой прочностью и плотностью, не уступая по показателям гранитному, а по ряду свойств даже превосходя его. Он используется при изготовлении традиционных тяжелых бетонов, однако в процессе дробления щебня образуется в среднем 17% фракций менее 5 мм. Этот отсев дробления кварцитопесчаника характеризуется высоким содержанием кремнезема (94,56%), оксида алюминия (2,18-15,95%) и оксидов железа и его можно применять в качестве заполнителя для мелкозернистого бетона [11].

Физико-механические характеристики заполнителя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики заполнителя

Наименование показателя	Единица измерения	Отсев дробления КВП
Модуль крупности	$M_{кр}$	4.74
Насыпная плотность в неуплотненном состоянии	$\rho_{нас}$	1.56 г/см ³
Насыпная плотность в уплотненном состоянии	$\rho_{нас\ упл}$	1.59 г/см ³
Истинная плотность	$\rho_{ист}$	2.68 г/см ³
Пустотность	$V_{м.п.}$	41.8%
Водопотребность	$V_{отс}$	8.5%
Цементопотребность	$C_{потр}$	0.940

На свойства мелкозернистого бетона большое влияние оказывает зерновой состав заполнителя, в связи с чем, целесообразно использовать высокоплотную упаковку заполнителя для оптимизация его

гранулометрического состава. В данной работе был произведен расчет количества песка Нижне-Ольшанского месторождения для повышения плотности упаковки зерен отсева дробления кварцитопесчаника.

Для оценки возможности применения отсева кварцитопесчаника как сырья для производства фибробетона были разработаны составы мелкозернистого бетона с использованием стальной фибры из сляба с анкером (табл. 2).

Таблица 2 - Характеристики стальной фибры получаемой фрезерным способом из сляба.

Площадь поперечного сечения фибр, мм ²	Длина анкеровки, мм	Масса, мг	Напряжение в волокне на момент разрушения, кг/мм ²	Коэффициент Использования материала волокна при разрушении, %
0,67	15	169	58,5	82

Для изучения влияния стальной фибры из сляба на свойства мелкозернистого бетона изготавливались образцы бетона с осадкой конуса в пределах 10–15 см.

В результате исследований видно, что прочностные и деформативные свойства мелкозернистого бетона с применением стальной фибры из сляба выше, чем у бетона контрольного состава, что можно объяснить свойствами фибры, такими как высокая прочность на разрыв, пластичность и одновременно жесткость, способность к механическим деформациям, что обеспечивает ей высокое внутреннее механическое сцепление с матрицей бетона.

Таким образом, получение мелкозернистого сталефибробетона с улучшенными эксплуатационными характеристиками возможно за счет использования стальной фибры из сляба и отсева дробления кварцитопесчаников. Использование этих бетонов будет способствовать не только снижению себестоимости строительства, но и улучшению экологической обстановки региона.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) как трансдисциплинарное направление исследований // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 77-83.

2. Стенин А.А., Лесовик В.С., Айзенштадт А.М. Композиционные материалы на основе природных армирующих волокон // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 949-954.
3. Махортов Д.С., Лесовик В.С., Сумской Д.А., Загороднюк Л.Х., Воронов В.В., Лашина И.В. Композиционные вяжущие для теплоизоляционных растворов // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 650-655.
4. Пучка О.В., Вайсера С.С., Лесовик В.С., Сергеев С.В. Управление процессом структурообразования как фактор формирования стеклокомпозитов функционального назначения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 9. С. 6–14.
5. Лесовик Р.В., Агеева М.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Митрохин А.А. К вопросу об оптимизации структуры высокопрочного фибробетона за счет использования нанодисперсного модификатора // Вестник ВСГУТУ. 2017. № 4 (67). С. 64-70.
6. Казлитин С.А., Гинзбург А.В., Казлитина О.В. Использование техногенных отходов для монолитного фибробетона при реконструкции складских помещений // Вестник ЦРО РААСН. Белгород: РААСН, БГТУ им.В.Г.Шухова, 2014, С. 99 – 103
7. Казлитина О.В., Лесовик В.С., Казлитин С.А. Фибробетон для монолитного строительства. Saarbuken, 2018, С. 84.
8. Лесовик В.С., Яковлев Е.А., Алфимова Н.И., Шейченко М.С. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 30–33.
9. Гинзбург А.В., Лесовик В.С., Потапов В.В., Казлитина О.В. К проблеме управления процессами структурообразования бетонов на композиционном вяжущем // Сборник докладов Научные и инженерные проблемы строительного-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 89-92.
10. Погромский А.С., Аниканова Т.В. Влияние длительного хранения электросталеплавильных шлаков в отвалах на их свойства // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 32 – 39.
11. Лесовик В.С., Володченко А.Н., Алфимов С.И., Жуков Р.В. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 10. С. 79–81.

ГЕОНИКА. ГЕОММИМЕТИКА – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЗРАБОТКИ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ БЕТОНОВ

Казлитина О.В., канд. техн. наук, доцент,

Глаголев Е.С., канд. техн. наук

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2a7c0a1.73763453

Аннотация. В работе рассматривается возможность применения техногенного сырья Курской Магнитной Аномалии в качестве компонента композиционного вяжущего и сырья для мелкозернистого бетона, который будет соответствовать благоприятному климату в среде обитания человека.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, мелкозернистые бетоны, монолитное строительство, техногенное сырье.

Применение мелкозернистых бетонов набирает все большую популярность в строительном материаловедении. Такой бетон широко используемый в настоящее время отличается от обычного высоким содержанием цементного камня, повышенной удельной поверхностью и меньшей крупностью заполнителей.

В виду того, что человек находится в окружении материалами более 80% своей жизни, выбор их играет определяющую роль. Производство материалов, их применение, разрушение, повторное использование рассматривается как элемент эволюции неорганического мира, постоянно изменяющегося под воздействием природных и техногенных процессов, что естественно отражается на системе жизнедеятельности человека. Оптимизация системы «человек – материал – среда обитания» способствует улучшению здоровья и продолжительности жизни человека, его эмоционального, психологического состояния, работоспособности, интеллекта. В этом же направлении активно развивается в настоящее время так называемое «зеленое» строительство, при котором воздействие на окружающую среду минимально. «Зеленое» строительство активно внедряется в развитых странах мира, в том числе и в России [1-3].

Наиболее важным и перспективным направлением решения проблемы является использование вторичных продуктов промышленности, их применение в строительстве и в производстве строительных материалов. В строительной индустрии накоплен значительный положительный опыт использования вторичных

продуктов при производстве вяжущих материалов, плотных и пористых заполнителей для бетонов разных видов, в производстве керамических, автоклавных, теплоизоляционных и других строительных материалов и изделий.

В связи с этим наблюдается большая зависимость прочностных показателей мелкозернистого бетона в зависимости от водосодержания и свойств заполнителя.

В настоящее время в строительстве все чаще находят применение мелкозернистые бетоны с использованием промышленных отходов и в частности отсевов дробления попутно-добываемых пород, таких как кварцитопесчаники, малорудные кварциты, гранитогнейсы, амфиболиты и сланцы [4–8]. Наиболее ценным сырьем для получения заполнителя являются отсева дробления кварцитопесчаников. На данный момент они широко применяются для производства бетона различного назначения, широкой номенклатуры изделий и в качестве компонента композиционных вяжущих.

Однако, помимо этого на предприятиях металлургии образуется большое количество доменного шлака, имеется опыт использования отходов металлургической промышленности. Общий объем утилизации шлаков черной металлургии составляет около 60 %, несколько лучше перерабатываются доменные шлаки — порядка 80 %. Вместе с тем, использование вторичных продуктов промышленности развивается медленно, что приводит к скоплению этих отходов.

Ежегодно в отвалы отправляется дополнительно более 30 млн. т. шлака. При этом следует учесть резкое падение объемов производства цемента — основного потребителя отхода металлургической промышленности.

С высокой эффективностью (на 30-50 %) шлаки могут быть использованы в качестве заполнителя для бетона вместо щебня, полученного из природного сырья. Удельные капитальные вложения в производство литого шлакового щебня в 2-3 раза меньше, чем щебня из горных пород, шлаковой пемзы в 1,5–2 раза меньше, чем керамзита, минераловатных изделий из огненно-жидких шлаков в 1,6 раза меньше, чем соответствующих изделий из горных пород [9-14].

Многие свойства вяжущих, в том числе активность, скорость твердения, определяются не только химическим и минералогическим составом клинкера, формой и размером кристаллов минералов, наличием тех или иных добавок, но и в большей степени тонкостью помола продукта, его гранулометрическим составом и формой частичек порошка.

Исследование свойств композиционных вяжущих показало, что у ВНВ-50 активность сопоставима с характеристиками исходного портландцемента, так же снижается в/ц и нормальная густота от ВНВ - 50 к цементу, в связи с чем его целесообразно использовать при изготовлении мелкозернистого бетона.

Использование подобных вяжущих позволяет получить технический и экономический и экологический эффект практически во всех областях применения цементных вяжущих и практически по всем элементам, составляющим разнообразие технологии бетонных работ. Также следует отметить, что наиболее энергоемким исходным материалом в бетоне является портландцемент, по энергоемкости доля цемента в бетоне составляет 70%. Одним из основных направлений в решении задачи снижения затрат на производство вяжущих является производство многокомпонентных цементов, при получении которых существенно снижается расход топлива и клинкера. На сегодняшний день накоплено достаточно минеральных ресурсов в виде различных отходов промышленности и минеральных шламов, чтобы при эффективном их использовании и рациональном расходе цементных, гипсовых и композиционных вяжущих получать высококачественные строительные материалы.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) как трансдисциплинарное направление исследований // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 77-83.
2. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2014. № 7 (959). С. 59-60.
3. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Канева Е.В., Кучерова А.С. О роли шумовой агрессии на комфортность среды обитания человека // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 40–47.
4. Казлитин С.А., Гинзбург А.В., Казлитина О.В. Использование техногенных отходов для монолитного фибробетона при реконструкции складских помещений // Вестник ЦРО РААСН. Белгород: РААСН, БГТУ им.В.Г.Шухова, 2014, С. 99 – 103
5. Казлитина О.В., Лесовик В.С., Казлитин С.А. Фибробетон для монолитного строительства. Saarbuken, 2018, С. 84.
6. Лесовик В.С., Яковлев Е.А., Алфимова Н.И., Шейченко М.С. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2009. № 1. С. 30–33.
7. Гавшина О.В., Яшкина С.Ю., Яшкин А.Н., Дороганов В.А., Морева И.Ю. Исследование влияния дисперсных добавок на сроки

- схватывания и микроструктуру высокоглиноземистого цемента // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №4. С. 30 – 37.
8. Елистраткин М.Ю., Минакова А.В., Джамиль А.Н., Куковицкий В.В., Эльян Исса Жамал Исса. Композиционные вяжущие для отделочных составов // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №2. С. 37 – 44.
 9. Лесовик Р.В., Ворсина М.С. Высокопрочный бетон для покрытий автомобильных дорог на основе техногенного сырья // Строительные материалы. 2005. № 5. С. 46 – 47.
 10. Лесовик В.С., Володченко А.Н., Алфимов С.И., Жуков Р.В., Лесовик В.С. Попутные продукты горнодобывающей промышленности в производстве строительных материалов // Современные наукоемкие технологии. 2005. № 10. С. 79 – 81.
 11. Лесовик Р.В. Использование техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов // Строительные материалы. 2007. № 9. С. 78–79.
 12. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 19. С. 40617-40622.
 13. Лесовик В.С., Агеева М.С., Иванов А.В. Гранулированные шлаки в производстве композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 3. С. 29–32.
 14. Лесовик Р.В., Ворсина М.С. Высокопрочный бетон для покрытий автомобильных дорог на основе техногенного сырья // Строительные материалы. 2005. № 5. С. 46 – 47.

ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ БЕТОНОВ В НЕФТЕ- И ГАЗО-ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Казлитина О.В.¹, канд. техн. наук, доцент,
Айменов Ж.Т.² д-р. техн. наук, профессор,
Моторыкин Д.А.¹, магистрант,
Голубинский А. К.¹, магистрант,
Мартынова К.Ю.¹, Лазарев П.И.¹, студент

¹*Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова*

²*Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2b1b875.68618352

Аннотация. В настоящее время все более актуальными в исследованиях становятся объекты транспортировки нефти и газа. Для качественной работы таких трубопроводов необходимы новые, износоустойчивые материалы для производства бетонных трубопроводов. К таким можно отнести мелкозернистые бетоны на композиционном вяжущем с использованием техногенного сырья.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, бетоны, обетонированные трубы.

Трубопроводный транспорт России – стратегический вид транспорта в России с наибольшим объемом грузооборота. Транспортировка нефтепродуктов, жидких и газообразных химикатов очень перспективна. Протяжённость магистральных трубопроводов в России составляет более 250 тыс. км.

Для сооружения таких трубопроводов все чаще используют бетоны, которые должны до затвердевания легко перемешиваться, укладываться, транспортироваться, не расслаиваться; скорость твердения бетонов должна соответствовать заданным срокам распалубки и ввода конструкции в эксплуатацию; стоимость бетона и расход цемента должны быть минимальными. Отвечают таким требованиям мелкозернистые бетоны с использованием сырьевых ресурсов КМА.

Применение техногенного сырья КМА в строительстве, позволит не только понизить стоимость производства бетонов, повысить качество и долговечность, а также утилизировать техногенное сырьё горнорудного производства, что благотворно сказывается на экологической обстановке [1].

Отходы сухой магнитной сепарации (СМС) подвергаются крупновкрапленные магнетитовые и другие сильномагнитные руды крупностью до 100 мм с целью предконцентрации их или получения готового концентрата, а также другие материалы (флюсы, шлаки и др.) и руды (например, слабомагнитные железные, алюминиевые и др.) с целью удаления из них сильномагнитных минералов. Сухой магнитной сепарации подвергаются крупновкрапленные магнетитовые и другие сильномагнитные руды крупностью до 100 мм с целью предконцентрации их или получения готового концентрата, а также другие материалы (флюсы, шлаки и др.) и руды (например, слабомагнитные железные, алюминиевые и др.) с целью удаления из них сильномагнитных минералов. Отличает от традиционных заполнителей их то, что они включают в себя кварциты, диоритовые порфириды и микрозернистые сланцы в различных количественных соотношениях. Также в составе минералов отмечается присутствие вредных примесей, что определяет ограничения на их использование в качестве заполнителя для бетонов.

Отходы мокрой магнитной сепарации (ММС) железистых кварцитов по химико-минералогическому составу близки к слоборудным кварцитам. Отходы ММС в отличие от отходов СМС мелкодисперсные.

Следует отметить, что использование данного техногенного сырья в строительной отрасли будет способствовать расширению сырьевой базы каменных материалов, но и улучшит экологическую обстановку [2, 3].

К основным преимуществам использования ОТ перед традиционными способами балластировки газопроводов относятся: отсутствие необходимости в защите антикоррозионной изоляции деревянной футеровкой; сокращение трудозатрат на изоляцию труб и монтаж грузов непосредственно на строительстве.

Обетонированная труба является наиболее надежным и тоже время перспективным способ балластировки трубопроводов при переходе через водные преграды. Обетонирование трубы производят путем нанесения на предварительно изолированную трубу бетонное балластное покрытие или заполнении бетоном пространства между трубопроводом и внешним кожухом (конструкция типа «труба в трубе»). Трубы с бетонным балластным покрытием нашли широкое применение на переходах через заболоченные места, реки и озера, а также на участках морских переходов. Из перечисленных условий наиболее щадящие условия эксплуатации обетонированного

трубопровода в заболоченной местности, где основной задачей балластного слоя является обеспечение устойчивого высотного положения [4].

Наиболее распространённым условием эксплуатации балластированного трубопровода считаются участки речных и морских переходов, в таких условиях к балластирующей функции бетона добавляется защитная. Помимо вышесказанного дополнительного защитного свойства, обетонированная труба имеет ряд других преимуществ перед традиционными способами балластировки: отсутствие необходимости в защите антикоррозионной изоляции деревянной футеровкой; отсутствие смещения балластного покрытия при протаскивании; полное отсутствие рисков потери балластирующей способности; сокращение трудозатрат на изоляцию труб и монтаж грузов непосредственно на строительстве. А также такое покрытие может служить для дополнительной защиты изоляции подводного трубопровода [5].

Бетонные смеси должны иметь:– минимальную объемную плотность (в твердом состоянии) -2200 кг/ м;
– значение водопоглощения не выше 5%;
– долговечность при эксплуатационной температуре равную сроку службы подводного трубопровода;– минимальную прочность на сжатие - 40 МПа.

Для обетонирования трубы используют различные виды бетона. Они делятся по виду главного составляющего бетона: цементные, силикатные, шлакощелочные, гипсовые, полимерцементные и специальные.

Цементный бетон наиболее широко применяют в строительстве по сравнению с другими бетонами, такой бетон приготавливают на различных цементах. Среди них основное место занимают бетоны на цементе (портландцемент) и его разновидностях (около 65% от общего объема производства), успешно используют бетоны на шлакопортландцементе (20...25%) и пуццолановом цементе.

Для осуществления обетонирования труб используемые бетоны должны обладать высокими эксплуатационными свойствами. Чтобы разрешить сложившуюся проблему нами были разработаны различные составы мелкозернистого бетона, сделанного на основе техногенного песка полученного при отсеивании дробления кварцитопесчаника ОАО «Лебединского ГОКа» (Белгородская обл.), обогащенного песком Шебекинского месторождения и композиционных вяжущих.

При изготовлении бетонов возможно применение различных видов заполнителей попутно добываемых породы Курской магнитной аномалии, такими являются кварцитопечаник, малорудные кварциты, гранитогнейсы, амфиболиты и сланцы. Но самым ценным сырьем, среди перечисленных, для производства заполнителя для бетонов является кварцитопесчаники, представляющие собой мономинеральную породу тонкозернистой структуры, массивной, изредка грубополосчатой текстуры.

Большинство свойств мелкозернистого бетона высокого качества напрямую зависят от свойств используемого вяжущего. С целью создания мелкозернистых фибробетонов следует использовать высокоактивные композиционные вяжущие.

В роли основного сырья для получения данного вида вяжущих нами был выбран ЦЕМ I 42,5Н производства ЗАО «Белгородский цемент» (г. Белгород). Композиционное вяжущее было получено с помощью дополнительного помола портландцемента с пластифицирующей добавкой «Полипласт ПРЕМИУМ» в вибромельнице до удельной поверхности 600 м²/кг. Что бы найти наиболее подходящую добавку среди используемых нами пластификаторов с приемлемой дозировкой мы произвели изучение их влияния на тонкомолотый цемент (табл. 1).

Таблица 1 - Определение оптимального содержания добавки

Содержание добавки, % от массы	Расход материалов на миниконус		Диаметр расплыва миниконуса, D, мм		
	ТМЦ, г	Вода, г	«Полипласт ПРЕМИУМ»	«Полипласт СП-1»	СБ-3
0,1	100	35	119	60	61
0,2	100	35	137	82	68
0,3	100	35	164	94	77
0,4	100	35	169	120	100
0,5	100	35	170	158	113
0,6	100	35	170	167	134
0,7	100	35	171	170	153
0,8	100	35	-	171	166
0,9	100	35	-	-	171
1	100	35	-	-	-

По результатам проведенных исследований и анализа полученных нами результатов выяснили, что образцы сделанные на основе композиционного вяжущего обладают наилучшими физико-механическими свойствами при активности до 98 МПа. Данные результаты достигаются за счет низких значений водопотребности вяжущего, а также улучшенной пространственной упаковки частиц в созданном композите.

Из выше прочитанного можно сделать вывод (направляется вывод), что использование тонкомолотых вяжущих с введением к ним добавок суперпластификатора, что позволило значительно увеличить прочностные характеристики бетона.

Список литературы:

1. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Новиков К.Ю., Крымова А.И., Аллахам Я.С., Вырмаскин А.В. Возможности применения техногенного сырья для изготовления порошковых бетонов // В сборнике: Научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 413-419.
2. Чхин С., Лесовик В.С., Толстой А.Д., Новиков К.Ю., Магомедов З.Г., Герасимов А.В. Повышение эффективности фибробетонов с использованием техногенного сырья // В сборнике: Научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 461-469.
3. Лесовик В.С. Композиционное вяжущее на основе портландцемента и хвостов ММС железистых кварцитов КМА В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корр. РААСН, д. т. Н., проф. В. С. Лесовика. 2016. С. 179-183.
4. Попова А.И., Вишневская Н.С. Обетонированные трубы для сооружения магистральных газопроводных систем: Учебное пособие. Ухта: Изд-во УГТУ, 2013. С. 102–104.
5. Попова А.И. Совершенствование методов входного контроля обетонированных труб для строительства нефтегазопроводов: Учебное пособие. Ухта: Изд-во УГТУ, 2013. С. 70 – 72.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АРМИРУЮЩИХ ВОЛОКОН НА БЕТОН ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Казлитина О.В.¹, канд. техн. наук, доцент,

Айменов А.Ж.², канд.техн.наук,

Голубинский А. К.¹, магистрант,

Моторыкин Д.А.¹, магистрант,

Мартынова К.Ю.¹, Лазарев П.И.¹, студент

¹*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

²*Южно-Казахстанский государственный
университет им. М. Ауезова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cceedc2baa5d7.39794575

Аннотация. Монолитное строительство в нашей стране набирает все большую популярность. Это связано с тем, что все чаще начали возводить здания и сооружения со сложной, неповторимой архитектурой формы. Для получения высококачественного бетона для монолитного строительства необходимо применять армирующие волокна, которые препятствуют образованию микротрещин и увеличивают прочность композита в целом.

Ключевые слова. Фибробетон, монолитное строительство, высокопрочный бетон.

В наше время монолитное строительство является самой перспективной технологией возведения зданий и сооружений.

Суть его в том, что в самые короткие сроки можно возвести объект строительства любой формы и этажности. С каждым годом требования, которые предъявляются к современным объектам в строительстве, создают необходимость разрабатывать специальные методы строительства, которые дают возможность возводить здания с разнообразными объёмно-планировочными и архитектурными решениями. В некоторых условиях монолитное строительство является не только оптимальным способом, но иногда и единственно возможным к выполнению.

Известно, что для монолитного строительства бетон должен иметь высокую прочность при сжатии, растяжении и изгибе, высокую степень трещиностойкости, достаточную водонепроницаемость, морозостойкость и низкую усадку. Чтобы такие свойства обеспечить необходимо создание эффективного высокопрочного бетона [1–3].

Изучив практику монолитного строительства, видно, что в основном используют бетоны с прочностью не более 40 МПа. Повышение эффективности технологических и проектных решений с использованием железобетона, улучшение технологии бетонирования, и оптимизация применения высокопрочных бетонов на их основе зависят от изучения портландцемента и его различных типов. В наше время требования, которые предъявляются к бетонам различны. Довольно часто людям требуется бетон не очень высокой прочности, но с улучшенными специальными свойствами. Чтобы выполнить такие требования по водонепроницаемости нужно изготовить бетон классом выше, чем бетон В15, который изготавливают по старой технологии, ввиду того что, последний имеет марку по водонепроницаемости намного меньше, чем W6. Создание и применение улучшенного бетона связано с тем, что проблематично не только достигнуть необходимой прочности бетона, а также исследование структурообразование и разрушение в системах цемента.

Фибробетон это бетон, армированный дисперсными волокнами (фибрами). Он представляет собой бетонную смесь из цемента, песка, крупного заполнителя и воды, также в состав вводится некоторое количество стальных или других волокон (фibr). Материал, в данном случае, используется различный – от полипропилена до стали [4-7].

Стальная волновая фибра

Стальная волновая фибра имеет удельное сопротивление на разрыв 3500 МПа. Её применяют используя как для обыкновенного (изготовление полов), так и для специального вида строительства зданий и сооружений. Размеры: l 30 мм, d 0,8 мм. Произведена такая фибра из специальной стальной низко углеродной проволоки.

Фибра полипропиленовая

Фибра полипропиленовая – это одно из самых тонких синтетических волокон, которое изготавливают из гранул высокомолекулярного термопластичного полимера (полипропилен), является многофункциональным микро армирующим компонентом.

Фиброволокна применяются как специальные добавки в огромном разнообразии видов и типов и конечно же в сухих строительных смесях (штукатурно-монтажных, кладочных и т.д.). Именно за счёт таких чудесных химических и физико- механических взаимодействий фибра довольно скоро и гомогенно расходится по целому объёму нашей смеси. Именно благодаря этому великолепному свойству формируется объёмно-пространственное армирование, которое в полной мере препятствует формированию и появлению внутренних разрушений в

бетоне. Фибробетон имеет за собой существенные преимущества если сравнить его с обыкновенным бетоном. Значительная степень сопротивления трещинообразованию фибробетона содействует повышению подобных физико механических характеристик, таких как морозоустойчивость, устойчивость к проникновению воды и химических веществ, прочность на сжатие, растяжение и изгиб. Фибра включает в смесь в период перемешивания сухих компонентов смеси, а кроме того в доделанную товарную смесь бетона или специального строительного раствора особого назначения в объеме $0,6...0,9 \text{ кг/м}^3$. Длительность дополнительного времени при перемешивании $\sim 10...15$ мин.

Анализ данных позволяет утверждать: – армирование дает возможность улучшить конструктивные свойства бетона для монолитного строительства; – содержание достаточного количества фибр определяется параметрами и их структурой, которое должна обеспечить возможность вязкого и пластичного разрушения.

Оптимизация макроструктуры и структурообразования предопределяют высокие эксплуатационные характеристики монолитного бетона, что достигается за счет применения высокоплотной упаковки заполнителя и применения армирующих волокон [8-12].

При производстве фибробетона были разработаны составы с использованием вяжущего ЦЕМ I 42,5 Н, а в качестве заполнителя отсева дробления гранита, в которых определили оптимальный вид армирующих волокон (рис. 1).

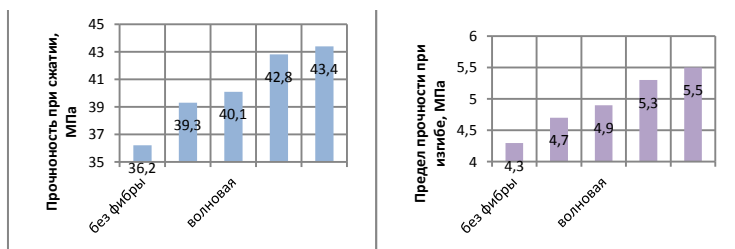


Рисунок 1 - Прочностные характеристики мелкозернистого сталефибробетона на различных видах стальной фибры

С целью получения высококачественных сталефибробетонов в бетонную матрицу было введено четыре вида фибры.

Полученные результаты показывают, что наилучшими прочностными характеристиками обладает мелкозернистый сталефибробетон с использованием фрезерованной фибры из сляба. Применение стальной фрезерованной фибры предпочтительнее по сравнению с другими видами, так как поверхностная площадь ее сцепления с бетоном в 4 раза больше фибры круглого или квадратного сечения и при перемешивании не образует "ежей".

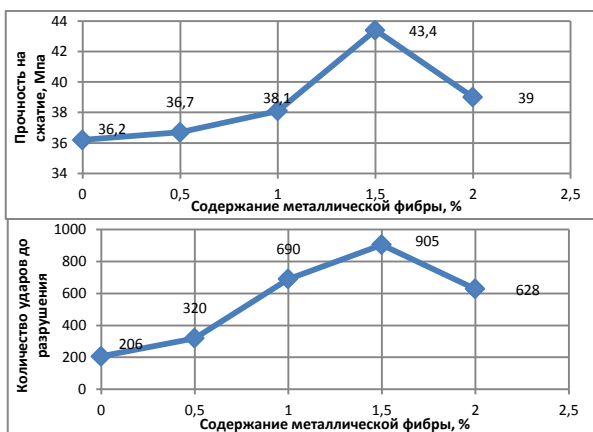


Рисунок 2 - Зависимости прочности на сжатие и ударной выносливости сталефибробетона от объемной концентрации стальной фибры

Установлено, что при 1,5% армировании по объему удается получить максимальные физико – механические показатели (рис. 2). Дальнейшее увеличение процента армирования не целесообразно, так как вызывает снижения прочностных и эксплуатационных характеристик сталефибробетона.

Список литературы:

1. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся фибробетоны для защитных сооружений // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 7. С. 77–85.
2. Лесовик В.С., Першина И.Л. Геоника. влияние развития строительных материалов на концептуальность архитектурной формы. В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 1152-1161.

3. Жариков И.С., Лакетич А., Лакетич Н. Влияние качества бетонных работ на прочность бетона монолитных конструкций // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 51 – 58.
4. Войлоков И.А., Гулин И.А. Армирование фиброй как средство улучшения коррозионной стойкости бетона // Инфострой. 2007. № 3 (33). С. 4244.
5. Ахметшин М.Р. Ахметшин Р.Р., Ласковский С.И., Подольский В.А., Ткаченко В.А., Штейн-нерт В.А. (2006), Металлическое волокно В.А. Шейнерта. Патент РФ № 2278180, МПК С 22 С 49/14, опубл. 20.06.2006.
6. Шеметов Г.В. Аксанов Р.М., Камалутдинов И.М., Камалутдинов М.К. (2011), Арматурный элемент для дисперсного армирования бетона. Патент РФ № 2433227, МПК Е 04 С 5/00, опубл. 10.11.2011.
7. Трофимов В.И. Данилова О.Г., Лопаков Р.И., Соколов Э.В. (2013), Арматурный элемент для дисперсного армирования бетона. Патент РФ № 2490406, МПК Е 04 С 5/03, опубл.20.08.2013.
8. Казлитин С.А. Сталефибробетон для полов складского назначения: дисс. ... канд.техн.наук: 05.23.05 / Казлитин Сергей Алексеевич. – М., 2012. 167 с.
9. Лесовик В.С., Казлитин С.А. Казлитина О.В. Фибробетон для монолитного строительства.Saarbukuен, 2018. С.84.
10. Лесовик Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: дис. ... докт.техн.наук: 05.23.05 / Лесовик Руслан Валерьевич. М., 2009. 402 с.
11. Сопин Д.М., Ивашова О.В., Волобуев А.В. Предпосылки использования высококачественного бетона в строительстве // Сб.докл.Международная научно-техническая конференция молодых учёных БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород. 2011. С.84-86.
12. Гинзбург А.В., Лесовик В.С., Потапов В.В., Казлитина О.В. К проблеме управления процессами структурообразования бетонов на композиционном вяжущем // Сборник докладов Научные и инженерные проблемы строительного-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 89-92.

ГЕОНИКА. ГЕОММИМЕТИКА КАК НАУКА О РАЗРАБОТКЕ И ПРИМЕНЕНИИ ЭФФЕКТИВНЫХ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Казлитина О.В., канд. техн. наук, доцент,
Мартынова К.Ю., студент,
Адонин С.В., магистрант,
Лазарев П.И., студент,
Моторькин Д.А., магистрант,
Антонюк Р., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2c6bd07.89156625

Аннотация. В работе исследуется возможность применения техногенного сырья Курской Магнитной Аномалии в качестве компонента композиционного вяжущего и сырья для мелкозернистого бетона для монолитных работ.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, бетоны, монолитное строительство, техногенное сырье.

В настоящее время в стране интенсивно развиваются технологии возведения зданий и сооружений из монолитного бетона с применением комплексных модификаторов различного функционального назначения.

Вместе с тем, все более чаще и детальнее рассматривается разработка и применение таких материалов, которые бы благоприятно влияли, или не оказывали бы вовсе никакого значения на человека, окруженного такими материалами [1-4].

Поэтому считается целесообразным разработка эффективных, экологически безопасных композитов для монолитного строительства. Сегодня получают все более широкое распространение в строительстве мелкозернистые бетоны. Большая однородность структуры и широкая возможность ее модификации позволяют получать мелкозернистые бетоны самых различных свойств и назначения. Повышение эффективности производства мелкозернистых бетонов, отличающихся повышенным содержанием цемента, связано с использованием местного сырья и отходов промышленности [5,6].

Поэтому в развитии технологии мелкозернистого бетона актуальным является снижение расхода цемента и получение однородной структуры материала за счет применения композиционных вяжущих (вяжущих низкой водопотребности), а получение таких

вяжущих с использованием техногенных отходов, в частности отсева дробления кварцитопесчанника Лебединского месторождения КМА в качестве заполнителя, позволяет значительно понизить себестоимость мелкозернистых бетонов.

Результаты физико-механических испытаний кварцитопесчанника Лебединского месторождения свидетельствуют об их высоком качестве. Щебень из кварцитопесчанника, не подвергшегося выветриванию, характеризуется высокой прочностью и плотностью, не уступая по показателям гранитному, а по ряду свойств даже превосходя его. Он используется при изготовлении традиционных тяжелых бетонов, однако в процессе дробления щебня образуется в среднем 17% фракций менее 5 мм. Этот отсев дробления кварцитопесчанника характеризуется высоким содержанием кварца (94,56%), и его можно применять в качестве заполнителя для мелкозернистого бетона [7, 8].

Анализ сырьевых ресурсов КМА показал, что наиболее перспективным в качестве заполнителя для высококачественного мелкозернистого является отсев дробления кварцитопесчанника Лебединского месторождения (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика сырьевых ресурсов КМА

Наименование материала	Цементо потребность	Водо потребность, %	Модуль крупности	Насыпная плотность, $\rho_{нас}$, кг/м ³
ММС	1,955	21	0.7	1440
Отсев дробления кварцитопесчанника	0.520	6.5	4,72	1520
Отсев дробления сланца	1.01	8,7	3.83	1600

Особенностью отсевов дробления является угловатая форма зерен с высокоразвитой поверхностью, что способствует повышенной адгезии к ним цементного камня.

Для оценки возможности применения отсева кварцитопесчанника как сырья для производства бетона и получения композиционных вяжущих, были разработаны составы мелкозернистого бетона с использованием портландцемента Цем I 42,5Н, а также вяжущих низкой водопотребности (ВНВ).

Установлено, что прочностные свойства мелкозернистого бетона с применением ВНВ-50 выше, чем у бетона контрольного состава на обычном портландцементе, что можно объяснить высокими характеристиками самого вяжущего низкой водопотребности, его высокой дисперсности, низкой водопотребности, высокой активности, за счет чего улучшается состояние контактной зоны на границе раздела цементный камень – заполнитель, а также состав и структура новообразований в этой зоне.

В связи с тем, что разработанные мелкозернистые бетоны планируется использовать в монолитном строительстве, важным является изучение их деформативных характеристик (табл. 2).

Таблица 2 - Деформативные характеристики мелкозернистых бетонов

Вид вяжущего	Призмная прочность, кг/см ² (МПа)	Модуль упругости $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа
ЦЕМ I 42.5Н	17,7	15,6
ТМЦ-50	16,0	13,7
ВНВ-50	19,5	17,3

Исследовав деформативные показатели, были получены следующие результаты, дающие основание сделать вывод о том, что на отсеке дробления кварцитопесчанников и композиционных вяжущих возможно получение мелкозернистых бетонов для изготовления ответственных изделий и конструкций, соответствующих нормативной документации для данного вида строительства.

Таким образом, использование техногенного сырья региона КМА в качестве заполнителя и компонента композиционных вяжущих, позволяет получить мелкозернистые бетоны для работ при отрицательных температурах и будет способствовать как удешевлению строительства, так и улучшению экологической ситуации в регионе.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.
2. Лесовик В.С., Першина И.Л. Геоника. влияние развития строительных материалов на концептуальность архитектурной формы // В сборнике:

- Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 1152-1161.
3. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties / International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 19. С. 40617-40622.
 4. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Канева Е.В., Кучерова А.С. О роли шумовой агрессии на комфортность среды обитания человека // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 12. С. 40–47.
 5. Лесовик В.С., Казлитина О.В., Сопин Д.М., Магомедов З.Г., Минакова А.В. Специфика внедрения нанотехнологий в стройиндустрии // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 108-114.
 6. Казлитина О.В., Волобуев А.В., Молодцов М.И. Дисперсно-армированный бетон на композиционном вяжущем с применением нанодисперсного порошка, полученного из гидротермальных источников // Сборник докладов Современные проблемы строительства и жизнеобеспечения: безопасность, качество, энерго- и ресурсосбережение Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции. Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. 2014. С. 262-267.
 7. Гинзбург А.В., Лесовик В.С., Потапов В.В., Казлитина О.В. К проблеме управления процессами структурообразования бетонов на композиционном вяжущем // Сборник докладов Научные и инженерные проблемы строительного-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 89-92.
 8. Гридчин, А. М. Особенности производства ВНВ и бетона на его основе с использованием техногенного полиминерального песка / А. М. Гридчин, Р. В. Лесовик // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2002. – № 1. – С. 36.

СЕТЬ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В СИРИИ И ПУТИ ЕЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ВОЙНЫ

Котлярский Э.В., д-р техн. наук, профессор,
Арус Навар, магистрант

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2d58d14.71450799

Аннотация. Дорожная сеть получили Сирий полностью или частично разрушена во время войны. В статье рассмотрена возможность реконструкции и обслуживания дорог с использованием более эффективных и экономичных дорожных материалов.

Ключевые слова: автомобильные дороги, протяженность дорожной сети, конструкция дорожной одежды, реконструкция.

Введение

Сирия находится на Ближнем Востоке граничит с Турцией, Ливаном, Палестиной, Иорданией и Ираком. Площадь территории (рис.1) составляет 185 180 км².

Основной особенностью климата Сирии является противоречие между морем и пустыней, между влажным средиземноморским побережьем и сухостью пустынных районов. В течение года в Сирии сменяется четыре сезона, и климат разделен на два региона в Сирии, средиземноморский климат в прибрежном регионе и поблизости, а также на сухой климат в других районах на востоке и юге страны. На рис. 2 показаны среднегодовые температуры воздуха в различных сирийских городах. [1]

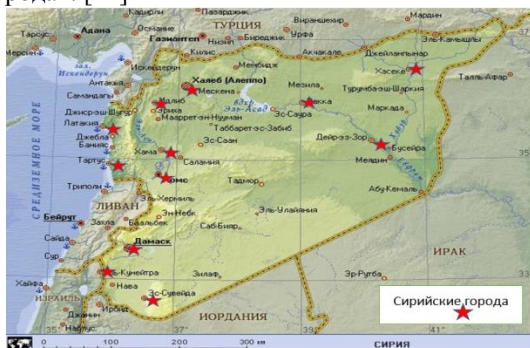


Рисунок 1 - Карта Сирии

Можно выделить три области: прибрежные районы с высоким уровнем осадков, до 1200 мм в год, внутренние районы, прилегающие к прибрежной зоне, где осадки составляют от 250 мм/год и до 550 мм/год в северной и северо-восточной частях и пустынные районы, площадь которых составляет около 60% всей территории страны с количеством осадков не более 150 мм/год. [1]

Максимальные и минимальные температуры в течение года показаны на рис. 3. Максимальная температуры воздуха может превышать 47 °С в восточной и южной частях. Минимальная температура в некоторых высокогорных районах может опускаться зимой до температуры ниже -5 °С [1].



Рисунок 2 - Среднегодовые температуры воздуха в различных сирийских городах

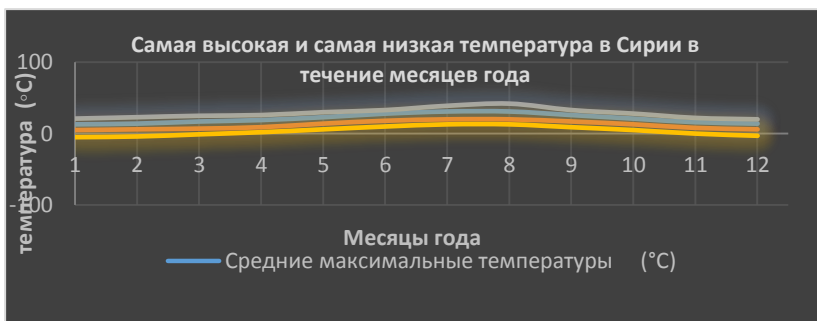


Рисунок 3 - Изменения максимальной и минимальной температур в течение года

Сирийская дорожная сеть

Политическая и экономическая значимость Сирии на протяжении всей ее истории была связана с ее расположением на перекрестке трех разных континентов и культур. Благодаря своему стратегическому географическому положению Сирия является центром транзитной торговли между многими странами Ближнего Востока, поэтому Сирия является неким перекрестком эпох и цивилизаций, религий и культур, которые тесно переплелись.

С учетом вышесказанного, дорожный сектор в Сирии был и остается в центре внимания и последующей деятельности, чтобы оставаться на современном техническом. В настоящее время длина сирийской центральной дорожной сети составляет около **8071** км. (Рис. 4). [2]



Рисунок 4 - Карта сирийских центральных дорог

Но, к сожалению, из-за войны, проводимой ИГИЛ и Международной коалицией против Сирии, транспортный сектор понес очень большие потери, а различные объекты транспортного хозяйства (мосты, туннели и водопропускные трубы) были частично или полностью разрушены.

Уничтожено более 50 стратегически важных мостов. В ходе военных действий были полностью взорваны мосты на въезде в Алеппо, мост висящий в Дейр-Аль-Зор, мосты Ракка на реке Евфрат, мосты Дара, мосты на шоссе Идлиб Иерихон Латтакия. Их сегодняшнее состояние показано на рис. 5 [5].



Рисунок 5 - Состояние уничтоженных в ходе боевых действий дорожных сооружений из-за войны

Полное разрушение этих важных транспортных сооружений было осуществлено с целью парализовать дорожное движение и предотвратить доставку материалов, топлива и предметов медицинского назначения. Проведенные сирийскими инженерами исследования и статистика, результаты которых представлены на рис. 6, показывает, что доходы Министерства транспорта сократились по сравнению с довоенным временем на **93%** [5].

Потери транспортного сектора в военные годы достигли более 4,5 млрд. долларов США. Доля потерь, пришедшаяся на дороги и мосты и другие транспортные сооружения составила почти 3 млрд. долл. США [5].

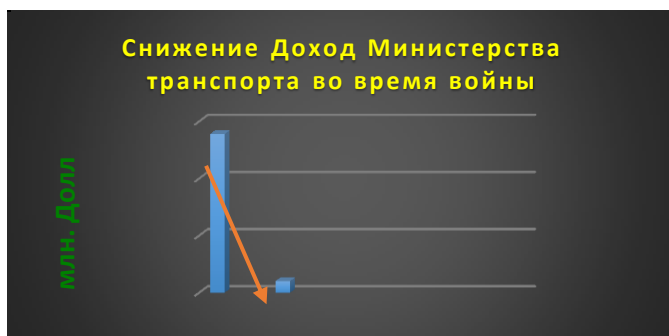


Рисунок 6 - Снижение доходов Министерства транспорта во время войны

Автомобильные дороги в Сирии

Дороги в Сирии классифицируются в соответствии с четырьмя группами, каждая из которых имеет набор требуемых параметров, приведенных в таблице (1): [2]

Таблица 1

Тип дороги	Длина дороги, км	Число полос движения	Ширина полосы движения, м	Расчетная скорость движения км / ч	Среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях за год
Автомостральи	Более 100	4-8	3.6	120	Более 25000
Дорога первого класса (главная дорога)	30	2-6	3.6	100	10000-25000
Дорога второго класса (вторичная дорога)	10-30	2-4	3.2	70	3000-10000
дорога третьего класса (служебная дорога)	5-10	2	3	50	1000-3000
дорога четвертого класса (Местные сельские дороги)	0.1-5	1	Более 4.5	20-30	0-1000

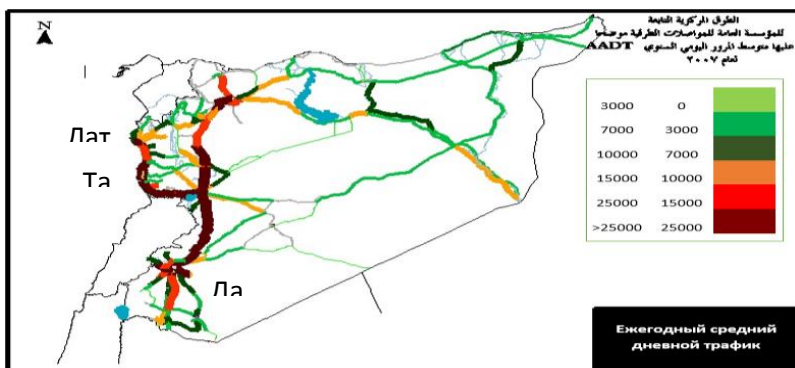


Рисунок 7 - Интенсивность движения на центральных дорогах в Сирии

Дорогой с наибольшей интенсивностью движения является дорога, соединяющая столицу страны **Дамаск** с портами в городах **Латакия** и **Тартус**.

Конструкции нежестких дорожных одежд в Сирии

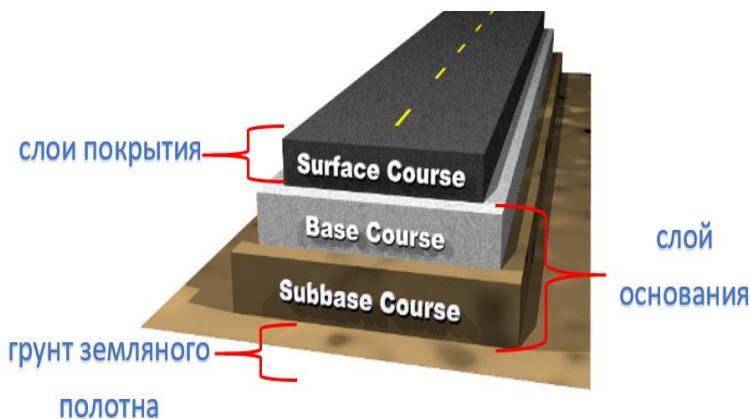


Рисунок 8 - Типовая конструкция дорожной одежды в Сирии

Слоем покрытия является слой дорожной одежды, который непосредственно несет нагрузки, вызванные движением и изменением климата, поэтому этот слой должен выдерживать вертикальные напряжения, напряжение сдвига и температурные напряжения,

возникающие в результате ежедневных и годовых изменений температуры. Основная функция поверхностного слоя - обеспечить комфорт при движении по дороге, ровную поверхность покрытия, отсутствие трещин и деформаций, обеспечение защиту от действия осадков, предотвратить проникание воды в нижележащие слои дорожной одежды и грунт земляного полотна, что может послужить причиной разрушения. [2]

Этот слой обычно состоит из двух частей:

- слой износа (Bitumin wearing Course (B.w.C)).
- основной слой покрытия (Bitumin Base Course (B.B.C)).

слой износа (B.w.C): Это верхний слой дорожного покрытия, выполняющий роль защиты покрытия от внешних факторов, он имеет определенную толщину и изготовлен из высококачественных материалов, в основном из асфальтобетонна.

Таблица 3

Характеристики слоя износа (B.w.C)	
Процент уплотнения (плотность %)	91-94
Максимальный размер щебня (Размер сита) дюйм (")	5/8
Температура перемешивания °С	160 ± 5
Температура уплотнения °С	145 ± 5
Пустоты в минеральном агрегате (пористость минерального остова V.M.A) %	Не менее 15
Воздушных пустот (остаточная пористость) %	4-7
Содержание Асфальта (битума) %	4-6
Потеря стабилизации (устойчивости) %	Не более 25
Устойчивость (стабильность) по Маршалу Кг	1000
Потери на истирание (в Лос-Анджелесском барабане), %	Не более 40
рыхлые частицы %	Не более 0.25
песчаный эквивалент %	Не менее 45
Пластиковый индекс PI %	Не более 4
Толщина слоя См	5-7

основной слой покрытия (B.B.C) : Расположен ниже слоя износа и состоит из менее качественных смесей, но по толщине

превышает слой износа. Между этими двумя слоями находится адгезионный слой из битума или битумной эмульсии, служащий для обеспечения сцепления между слоями асфальтобетона и наносимый при помощи распыления при температуре 85-95° С и скорости распыления 0,1 ~ 0,2 л /м². Характеристики этих слоев приведены в таблицах 2 и 3. [4]

Таблица 4

Характеристики основного слоя покрытия (В.В.С)	
Процент уплотнение (плотность %)	92 - 95
Максимальный размер щебня (Размер сита) дюйм (“)	1.5
Температура перемешивания ° С	160 ± 5
Температура уплотнения ° С	145 ± 5
Пустоты в минеральном агрегате (пористость минерального остова V.M.A) %	Не менее 13
Воздушных пустот (остаточная пористость) %	5-8
Содержание Асфальта (битума) %	3-6
Потеря стабилизации (устойчивости) %	Не более 25
Устойчивость (стабильность) по Маршалу Кг	1000
Потери на истирание (в Лос-Анджелесском барабане), %	Не более 40
рыхлые частицы %	Не более 0.25
песчаный эквивалент %	Не менее 45
пластиковый индекс PI %	Не более 6
толщина слоя, см	8-20

Слой основания - слой, укладываемый ниже слоя покрытия. Его функция заключается в передаче и распределении напряжения на нижележащие слои, он может быть устроен из материалов, полученных в результате фрезерования существующих покрытий или из асфальтобетонов более слабых типов. Толщина слоя основания обычно составляет порядка 30 см и устраивается в два слоя по 15 см каждый. При использовании гравия в слое основания, он должен состоять из

высоконагруженных твердых гранул без растительных материалов и других примесей. Этот слой обычно состоит из двух частей:

- верхний слой основания (Aggregate Base Course (A.B.C)).
- нижний слой основания (Aggregate sub-Base Course (A.S.B.C)).

Слой основания часто устраивают из щебня или гравия, укрепленного органическими или неорганическими вяжущими или из цементобетона.

Нижний слой основания представляет собой дополнение базового слоя, и в силу применения материалов более низкого качества обеспечивает удешевление стоимости дорожной конструкции.

Нижний слой основания может использоваться не только для распределения напряжений на грунт земляного полотна, но и в качестве дренирующего слоя, или в качестве выравнивающего слоя перед укладкой верхнего слоя основания. Характеристики слоя основания приведены в таблице 4 [4].

Земляное полотно устраивают либо из природных грунтов, если их свойства являются соответствуют требованиям, либо с применением технологии замены грунта на другой грунт с лучшими свойствами, либо методом улучшения существующего грунта посредством его укрепления и стабилизации [2].

Таблица 5

Характеристики слоя основания			
Толщина слоя, см	30 см и выполняются в две стадии каждые 15 см		
Типы слоев по градиенту	Градиент 1	Градиент 2	Градиент 3
Максимальный щебень размер (Размер сита), дюйм (‘‘)	2	1.5	1
Калифорнийское Соотношение подшипников C.B.R, не менее	100	80	65
Потери на истирание (Лос-Анджелесском барабане), не более %	40	45	50
Песчаный эквивалент Не менее %	45	35	25
Граница текучести Wl Не более %	25	25	25

Проектирование дорожных покрытий в Сирии

В Сирии при проектировании дорожных покрытий используют метод **AASHTO 93** [3]. В соответствии с ним при проектировании можно выделить следующие необходимые шаги:

1- Определение модуля упругости для грунта земляного полотнах
MR :

$$MR = 10.3 * C.B.R \quad (\text{Mpa}) \quad (1)$$

$$MR = 1500 * C.B.R \quad (\text{psi}) \quad (2)$$

2- Снижение уровня обслуживания ΔPSI :

ΔPSI = разница между начальным индексом эффективности проекта, p_0 и окончательным индексом работоспособности, p_t

3- Определение номера структуры **SN** : индекса, который указывает на общую толщину дорожного покрытия.

4- Определение комбинированного стандартного отклонения прогнозирования трафика и прогнозирования производительности S_0 .

5- Определяет **R**: коэффициента, который выражает предел прочности и устойчивость тротуаров без разрушения.

Пример:

$R = 0,9$. Это означает, что вероятность разрушения составляет 10%.

6- Определение **ESALs** или **W18** Количество эквивалентных осей для проектирования полосы в конце проектной жизни.

$$W18 = ESAL1 \cdot F \quad (3)$$

ESAL1: Количество эквивалентных осей В обоих направлениях.

F : Фактор роста движения во время проектной жизни.

$$F = (1 + i)^N - 1 / i \quad (4)$$

n: Количество лет **i**: Ожидаемый темп роста.

7- Этот метод имеет экспериментальное уравнение:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \times S_o + 9.36 \times \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Используя модуль упругости для каждого слоя, а также предыдущие факторы, с помощью специальных схемм (рис 8, 9) можно определить толщину каждого слоя отдельно [3]:

$$SN = SN_1 + SN_2 + SN_3 \quad (5)$$

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot m_3 \cdot D_3 \quad (6)$$

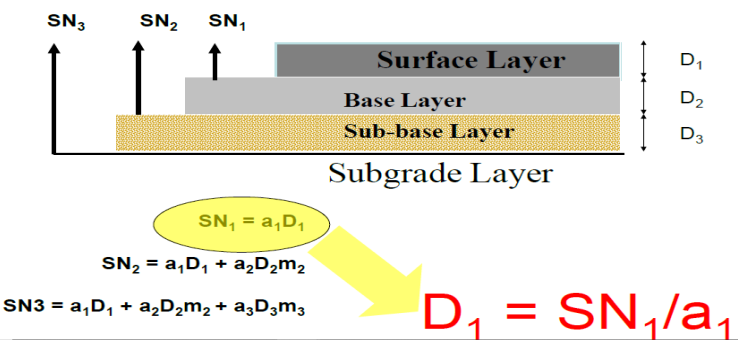


Рисунок 8 - Толщины слоев дорожной одежды

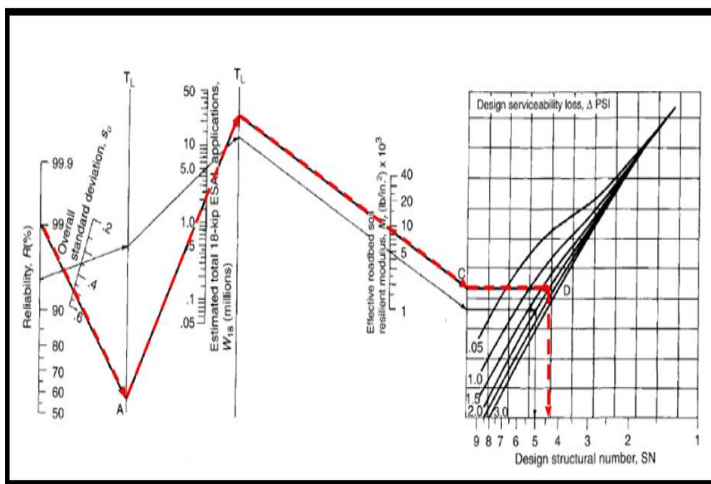


Рисунок 9 - Зависимость для определения толщин слоев дорожной одежды

Реконструкция центральных дорог Сирии.

Ниже приведен приблизительный расчет потребности асфальтобетонной смеси для реконструкции Сирийских центральных

дорог и приблизительная стоимость реконструкции. Общая протяженность дорожной сети в городах представлена в таблице 6 [2].

Приблизительная средняя ширина для односторонней дороги составляет 9м, но центральные дороги всегда устраивают в двух направлениях, поэтому

$$9*2=18 \text{ м}$$

Средняя толщина асфальтобетонных покрытий составляет 17 см, соответственно приблизительная площадь поверхности дороги составляет:

$$18*8071000=145278000 \text{ м}^2$$

Таблица 6

Общая длина, км	Город	Общая длина, км	Город
980	Дамаск	620	Ракка
855	Алеппо	578	Идлиб
1045	Хомс	1051	Хасака
580	Хама	392	Тартус
390	Латтакия	155	Кенитра
800	Дейр Аль-Цур	282	Свейда
343	Дараа	8071	Общая сумма

Приблизительный объем асфальтобетонная смесь, необходимый для реконструкции Сирийских центральных дорог составляет:

$$145278000*0.17 \approx 25000000 \text{ м}^3$$

Плотность асфальтобетонной смеси - **2.35 т/м³** -
 $2.35*25000000=60*10^6 \text{ Т.}$

Средняя цена за тонну асфальтобетона составляет 50\$ это значит что, приблизительной стоимости реконструкции составляет:
 $50*60*10^6 \approx 3 \text{ млрд. долл}$

Но по приблизительным оценкам в ремонте или реконструкции нуждаются порядка 35% дорог:

$$3 * 35\% \approx 1 \text{ млрд. долл}$$

Из-за состояния дорожного покрытия в настоящее время и большой расчетной стоимости реконструкции следует рассматривать ремонт и обслуживание этой сети дорог с использованием более эффективных

технологий и экономических дорожных материалов. Учеными МАДИ установлено, что одним из таких методов является применение серо-литой асфальтобетонной смеси в связи с дефицитом в стране дорожных битумов.



Рисунок 10 - Предлагаемые смеси для реконструкции сети автомобильных дороги в Сирии

Список литературы:

1. Сирийское генеральное управление метеорологии - <http://met.gov.om>
2. Справочник автомобильных дорог и транспорта / 2010 /. www.perc.gov.sy
3. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993.
4. AASHTO-STANDARD SPECIFICATIONS for TRANSPORTATION MATERIALS and METHODS OF SAMPLING AND TESTING -Thirty-Fourth Edition -2014.
5. Пресс-конференция с министром транспорта на реальности сирийской дорожной сети после войны.
<https://arabic.sputniknews.com/interview/201707251025274858--وزير-النقل-السوري-يخسائر-الحرب>

ТРЕБОВАНИЯ К ТЕРМОПЛАСТИЧНЫМ РАЗМЕТОЧНЫМ МАТЕРИАЛАМ

Котлярский Э.В., д-р техн. наук, профессор,
Талалай В.В., ст. научный сотрудник,
Никифоров Р.М., студент

*Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)*
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2e20e94.71113984

Аннотация. В статье приведены эксплуатационные и технологические параметры термопластиков, не указанные в действующих национальных стандартах, их влияние на функциональную долговечность дорожной разметки и качество проведения работ по нанесению разметки.

Ключевые слова: термопластичные разметочные материалы, эксплуатационные характеристики, линии дорожной разметки, методы нанесения.

Дорожная разметка на сегодняшний день является эффективным техническим средством организации и обеспечения безопасности дорожного движения. Изменения схем организации движения с помощью дорожной разметки, по уверениям проектировщиков, должны увеличить пропускную способность улично-дорожной сети, эффективно организовать движение маршрутных транспортных средств и позволит в целом снизить аварийность. Большинство решений сводятся к сужению полос движения для увеличения их количества, введения выделенных полос для общественного транспорта, расширения пешеходной зоны и парковочного пространства. Реализация данных мероприятия влечет за собой значительное увеличение количества наездов колес автотранспорта на линии дорожной разметки (Рисунок 1).



Рисунок 1 - Схемы организации дорожного движения, реализованные посредством нанесения дорожной разметки

В совокупности с растущей интенсивностью дорожного движения, увеличение количества наезда колес автотранспорта является основной причиной износа разметки и потери функциональной долговечности горизонтальной дорожной разметки в процессе её эксплуатации.

Также стоит отметить особенности эксплуатации улично-дорожной сети – применение противогололедных реагентов (в результате применения как жидких, так и твердых реагентов образуется соляной раствор), использования большого количества техники для уборки снега в зимний период, частые переходы температуры через 0°C.

Обязательным условием содержания объектов улично-дорожной сети является обеспечение сохранности дорожной разметки по площади и ее светотехнических характеристик в течении срока эксплуатации.

Помимо эксплуатационных факторов, на состояние разметки влияют и технологические. Такие как технология нанесения разметки, тип и состояние дорожного покрытия на которое наносится дорожная разметка. В настоящее время, в большем объеме применяется горизонтальная дорожная разметка, выполненная из термопластичных материалов. На сегодняшний день при выполнении работ по нанесению разметки из термопластиков в основном применяется экструдерный метод нанесения (Рисунок 2).

Также имеют место гравитационный метод нанесения термопластичных материалов и безвоздушный метод нанесения разметки с применением спрей-пластиков. Экструдерный метод нанесения позволяет обеспечить выполнение требований к геометрическим характеристикам линий в соответствии с ГОСТ Р-51256-2018.

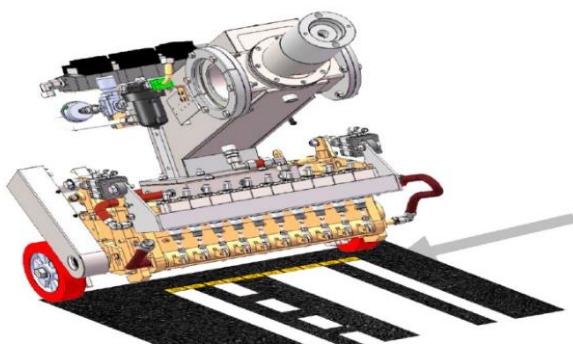


Рисунок 2 - Экструдер разметочной машины

Свойства дорожной разметки, её функциональная долговечность определяются технологией производства работ, качеством применяемых материалов и особенностями эксплуатации улично-дорожной сети. Причем материал для дорожной разметки должен обладать такими характеристиками, которые смогут обеспечить требования, предъявляемые к разметке в течении всего срока службы, который согласно действующим нормативам должен быть не менее одного года (для термопластов с толщиной нанесения более 1,5 мм). В такой ситуации необходимо предъявлять дополнительные требования к разметочным материалам.

В действующих стандартах, на сегодняшний день, нет требований и методики оценки материала в рамках входного контроля на такие характеристики как стойкость к истиранию, к пластической деформации, к динамическим нагрузкам, адгезия к дорожному покрытию. В данной ситуации нет возможности подобрать материал для конкретных условий использования, включая температурные и климатические условия, условия эксплуатации, нет возможности прогнозирования срока службы разметки.

Для повышения качества оценки материалов для дорожной разметки и работ, выполняемых с применением данных материалов, считаю необходимым определить набор параметров, влияющих на эксплуатационные показатели, их предельные значения, классификацию. А также характеристики материала, влияющие на технологичность работ.

Для термопластичных материалов, применяемых для нанесения горизонтальной дорожной разметки, важными являются следующие эксплуатационные характеристики:

- Текучесть расплава (скорость течения).

Текучесть расплава термопластика влияет на выполнение требований, предъявляемых к геометрическим характеристикам линий дорожной разметки (Рисунок 3).



Рисунок 3 - Дефекты геометрии линий дорожной разметки

Считаем возможным рассмотреть данный показатель для определения оптимального размера и расхода микростеклошариков (световозвращающего материала), влияния на светотехнические характеристики.

Сравнения удельного коэффициента световозвращения Rl при сухом покрытии и удельного коэффициента светоотражения Qd разметки, нанесенной двумя материалами с различной текучестью на двух испытательных участках, показали различную динамику по сохранности светотехнических параметров (таблица 1, рисунки 6 – 9).

Таблица 1- Динамика изменения светотехнических показателей линий дорожной разметки, выполненной термопластиками с различной текучестью

Дата измерений	Термопластик 1		Термопластик 2	
	Среднее значение Rl	Среднее значение Qd	Среднее значение Rl	Среднее значение Qd
23.09.2018 г.	273,33	254,56	192,42	236,50
30.09.2018 г.	293,82	151,45	299,08	192,31
14.10.2018 г.	280,36	179,93	301,83	124,08
06.11.2018 г.	168,33	188,33	221,08	123,08

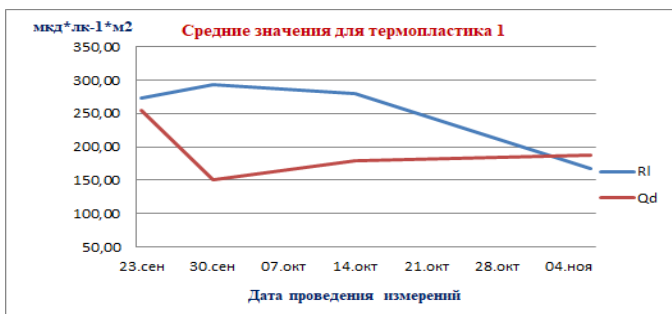


Рисунок 4 - Динамика изменения показателей материала с большей вязкостью



Рисунок 5 - Сохранность микростеклошариков на материалах с разными значениями текучести на одном опытном участке

Данный показатель также влияет на скорость проведения работ, в том числе на время заправки разметочной машины.

- Время формирования материала (время, после которого разметка, выполненная из термопластика готова к эксплуатации, т.е. период от момента нанесения до момента, после которого линии разметки не восприимчивы к деформации и загрязнению от наезда колес транспорта)

- Способность к загрязнению в определенном диапазоне температур (липкость) (Рисунок 6). В процессе эксплуатации данный параметр влияет на удельный коэффициент светоотражения Q_d .

- Способность противостоять деформации при статических и динамических нагрузках в определенном диапазоне температур (эластичность) (Рисунок 6).

- Истираемость разметки (в зависимости от условий эксплуатации) (Рисунок 7).

Для разработки методики определения износа и сохранности дорожной разметки предлагаем следующие мероприятия:

- определить метод лабораторного исследования на способность к истиранию

- провести сравнение результатов полевых испытаний с данными полученными в лабораторных условиях

- разработка методики определения количества наезда колеса на линии продольной и поперечной разметки основываясь на данных об интенсивности движения и состава потока.

- определение зависимости сохранности разметки от условий эксплуатации (приведенных коэффициентов «лаборатория-дорога») с целью определения возможности использования лабораторных испытаний для прогнозирования сроков службы или обоснования

изменения расхода материала для дорог с различной интенсивностью и условиями содержания.



Рисунок 6 - Деформация и загрязнение линий дорожной разметки

Адгезия к поверхности асфальтобетонного покрытия.

Потеря адгезии - отделение слоя термопластика от поверхности дорожного покрытия, наряду с истиранием, является основной причиной разрушения горизонтальной дорожной разметки (Рисунок 8).

Поэтому характер адгезионного взаимодействия материала для дорожной разметки оказывает значительное влияние на срок службы самой разметки. Адгезия термопластика к поверхности дорожного покрытия зависит от множества факторов и для решения практической задачи повышения сохранности дорожной разметки нужно учитывать влияние того или иного фактора на образование адгезионных связей в процессе нанесения и эксплуатации.



Рисунок 7 - Истирание линий дорожной разметки, выполненной термопластиками. В полосах постоянного наезда колес автотранспорта износ по площади 100%



Рисунок 8 - Потеря адгезии разметочного материала с поверхностью дорожного покрытия

Рассматривая процессы взаимодействия термопластика с поверхностью асфальтобетона можно выделить три основных, влияющих на адгезию:

- механическое взаимодействие
- химическое взаимодействие
- процессы диффузионного взаимодействия

В каждом случае, адгезия зависит от типа дорожного покрытия, состава и свойств компонентов смеси, эксплуатационного состояния покрытия, от условий нанесения. В данных условиях прямое определение способности материала к образованию адгезионных связей с поверхностью асфальтобетонного покрытия при входном контроле не представляется возможным. Целесообразно рассмотреть косвенные методы определения данного параметра.

К технологическим параметрам, помимо текучести, имеет смысл отнести следующие характеристики термопластика:

- Стабильность материала (показатель сохранения однородности расплава материала при остывании и отсутствии активного перемешивания, стабильность материала в момент производства работ в разметочной машине). Данный параметр оказывает влияние на геометрические характеристики линий, скорость производства работ. Данный параметр имеет технологическое значение (Рисунок 9). Температура и время полного приготовления материала, не выходящие за определенные значения (тугоплавкость) (Рисунок 10).



Рисунок 9 - Расслоение термопластика в экструдере машины разметочной машины



Рисунок 10 - Заправка котла разметочной машины тугоплавиком термопластиком

Считаем целесообразным разработать методики определения указанных параметров и установления нормируемых значений, для определения этих характеристик разметочных материалов для организации входного контроля, что позволит прогнозировать сроки службы дорожной разметки и осуществлять подбор материала в зависимости от условий эксплуатации.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51256-2018 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования.
2. ГОСТ 32830-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования.
3. ГОСТ 32829-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Методы испытаний.
4. ГОСТ 32952-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Разметка дорожная. Методы контроля.
5. Возный С.И. Технология долговечных разметочных материалов на полимерной основе. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Саратов – 2012.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ВЯЗКИМ ДОРОЖНЫМ БИТУМАМ

Котлярский Э.В., д-р. техн. наук, профессор,

Чельшева Н.Ю., магистрант,

Рамос А.Л., инженер

Московский автомобильно-дорожный

государственный технический университет (МАДИ)

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc2ed01f9.09024503

Аннотация. В работе описывается сравнительный анализ показателей технических требований к вязким нефтяным дорожным битумам по ГОСТ 22245-90 и ГОСТ 33133-14. Подобраны расчетные модули упругости для асфальтобетонов при конкретной пенетрации битума.

Ключевые слова: вязкий дорожный битум, пенетрация, индекс пенетрации, регрессионно –корреляционный анализ, модуль упругости.

Характерной особенностью современного этапа исследования дорожных битумов является совершенствование методов испытания. Это связано с необходимостью повышения объективности такой оценки в целях прогнозирования технических и эксплуатационных свойств не только битумов, но и материалов на их основе.

Не так давно в России был утвержден ГОСТ 33133-2014 «Битумы нефтяные дорожные вязкие», который претерпел несущественные на первый взгляд изменения. Так, например, марка вместо битума марки БНД 60/90, появились битумы марок БНД 50/70 и БНД 70/100.

Был проведен сравнительный регрессионно-корреляционный анализ требований к битумам, предъявляемых ГОСТ 22245-90 и ГОСТ 33133-2014 в зависимости от показателей глубины проникания иглы при 25°C.

В таблице 1 представлена разница показателей требуемых свойств битумов с одинаковой пенетрацией (Δ). Требуемые показатели отличаются в пределах от 0 до 4. Это удовлетворяет требованиям сходимости и воспроизводимости методов определения соответствующих сравниваемых показателей свойств.

Установлено, что почти все нормируемые показатели требований, соответствующие ГОСТ 22245-90 и ГОСТ 33133-14 практически совпадают друг с другом.

Сравнительный анализ показателя индекс пенетрации, имеет существенные различия. По нашему мнению, это связано с тем, что индекс пенетрации является расчетным показателем, характеризующий степень изменения дисперсного состояния битума в зависимости от значений показателей «температура размягчения» и «глубина проникания иглы при 25°C».

Индекс пенетрации (ИП) был определен по формуле (1) с округлением до первого десятичного знака

$$\text{ИП} = \frac{30}{1 + 50A} - 10, \quad (1)$$

где A - коэффициент, который определен по формуле (2)

$$A = \frac{2,9031 - \log \Pi}{T - 25}, \quad (2)$$

Где: Π – глубина проникания иглы при 25°C, (0,1 мм);

T – температура размягчения битума, °C.

На рисунке 1 показана зависимости индекса пенетрации от глубины проникания иглы при 25°C. Сходство наблюдается только при пенетрации 25^{мм-1}. Расчеты, приведенные табл. 2 и показанные на рисунке 1.

Таблица 1 - Разница сравнения температуры размягчения, растяжимости при 25 °С, температуры хрупкости, температуры хрупкости после прогрева, глубины проникания иглы при 0°С и индекса пенетрации марок битума по старому и новому стандартам

П 25	Температура размягчения, °С		Растяжимость при 25°С, см		Температура хрупкости, °С		Температура хрупкости после прогрева, °С		Глубина проникания иглы при 0°С, 0,1мм		Индекс пенетрации	
	Δ	Δ%	Δ	Δ%	Δ	Δ%	Δ	Δ%	Δ	Δ%	Δ	Δ%
40	0	-0,31%	4	8,51%	-1,7	12,52%	-0,1	0,99%	0,9	6,71%	-0,23	21,9%
50	1	1,11%	5	8,89%	-1,9	12,94%	-0,4	3,04%	1,2	7,17%	-0,37	42,1%
60	1	2,26%	5	9,20%	-2,1	13,23%	-0,6	4,44%	1,4	7,55%	-0,48	66,1%
70	2	3,22%	6	9,47%	-2,3	13,45%	-0,8	5,47%	1,6	7,87%	-0,58	95,6%
80	2	4,04%	6	9,70%	-2,4	13,63%	-0,9	6,28%	1,8	8,15%	-0,66	133,2%
90	2	4,76%	6	9,90%	-2,5	13,78%	-1,0	6,93%	2,0	8,39%	-0,73	183,2%
100	2	5,40%	7	10,08%	-2,6	13,90%	-1,2	7,47%	2,2	8,60%	-0,80	253,7%
110	3	5,98%	7	10,24%	-2,7	14,00%	-1,3	7,92%	2,4	8,80%	-0,86	361,3%
120	3	6,50%	7	10,39%	-2,8	14,09%	-1,4	8,31%	2,6	8,98%	-0,91	546,7%
130	3	6,98%	8	10,52%	-2,8	14,17%	-1,5	8,65%	2,8	9,14%	-0,47	63,5%
140	3	7,42%	8	10,65%	-2,9	14,24%	-1,6	8,96%	3,0	9,29%	-0,60	105,9%
150	3	7,82%	8	10,76%	-3,0	14,31%	-1,6	9,23%	3,2	9,43%	1,05	7213,1%
160	4	8,20%	8	10,87%	-3,0	14,36%	-1,7	9,47%	3,4	9,56%	1,09	1626,6%
170	4	8,56%	9	10,97%	-3,1	14,42%	-1,8	9,69%	3,6	9,68%	1,12	969,7%
180	4	8,89%	9	11,07%	-3,1	14,46%	-1,8	9,89%	3,8	9,80%	1,16	714,6%
190	1	2,15%	5	9,17%	-2,1	13,21%	-0,6	4,32%	1,4	7,52%	1,19	578,9%
200	2	3,48%	6	9,54%	-2,3	13,51%	-0,8	5,74%	1,7	7,96%	1,23	494,5%

Таблица 2 - Сравнение индекса пенетрации марок битума по старому и новому стандартам

П ₂₅	Индекс пенетрации		Δ	Δ%
	ГОСТ 22245-90	ГОСТ 33133-14		
40	-1,29	-1,06	-0,23	21,9%
50	-1,25	-0,88	-0,37	42,1%
60	-1,21	-0,73	-0,48	66,1%
70	-1,18	-0,60	-0,58	95,6%
80	-1,15	-0,50	-0,66	133,2%
90	-1,13	-0,40	-0,73	183,2%
100	-1,11	-0,31	-0,80	253,7%
110	-1,09	-0,24	-0,86	361,3%
120	-1,08	-0,17	-0,91	546,7%
130	-1,06	-0,10	-0,96	945,0%
140	-1,05	-0,04	-1,00	2426,5%
150	-1,03	0,01	1,05	7213,1%
160	-1,02	0,07	1,09	1626,6%
170	-1,01	0,12	1,12	969,7%
180	-1,00	0,16	1,16	714,6%
190	-0,99	0,21	1,19	578,9%
200	-0,98	0,25	1,23	494,5%

Изобразим на графиках зависимость индекса пенетрации от температуры размягчения (Рисунок2), чему свидетельствуют данные по ГОСТ 22245-90 и ГОСТ 33133-14.

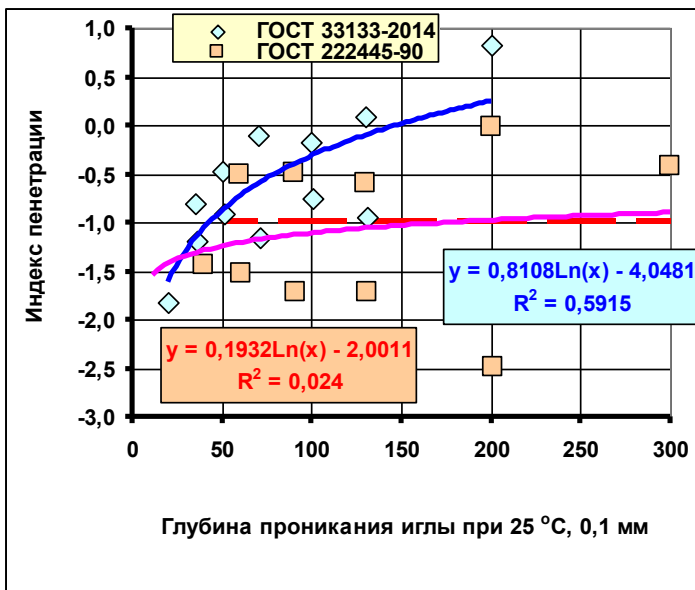


Рисунок 1 - Зависимость индекса пенетрации от температуры размягчения для ГОСТ 22245-90 и ГОСТ 33133-14

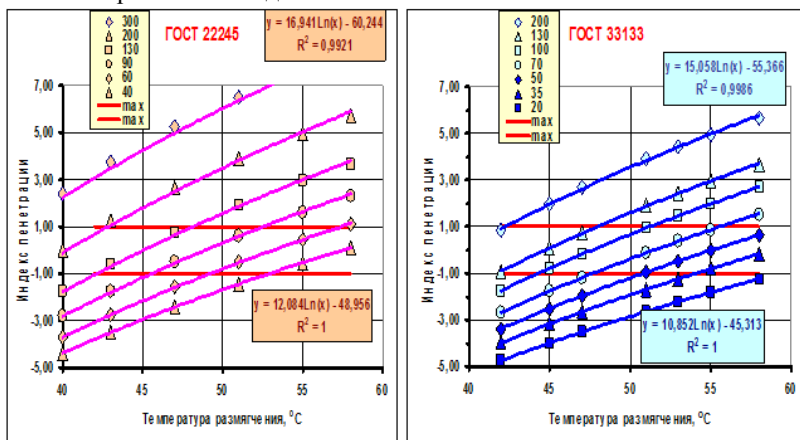


Рисунок 2 - Зависимость индекса пенетрации от температуры размягчения по ГОСТ 22245-90 и ГОСТ 33133-14

В результате расчетов установлено, что по **показателю индекса** пенетрации, характеризующему температурную чувствительность битумов, не отвечают требованиям нормативных документов по первому (22,86%) и второму (36,90%) нормативным требованиям.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что в настоящее время отсутствуют простые зависимости между стандартными показателями качества, применение которых позволило бы разработать качественные расчетные методики определения тех или иных показателей качества битумов.

При проектировании конструкций дорожной одежды расчетные характеристики асфальтобетона выбираются в зависимости от марки вяжущего. В ГОСТ 33133-2014 требования к глубине проникания иглы отличаются от требований ГОСТ 22245-90. Это вступило в противоречие с рекомендациям инструкции по расчету дорожных одежд ОДН 218.046-2001, также для новых марок битумов расчетный модуль упругости материала верхнего слоя покрытия асфальтобетона не определен.

Это потребовало установить зависимости модуля упругости от температуры и глубины проникания иглы при 25°C для битумов марок БНД 60/90, 90/100, 100/130, 130/200 (по ГОСТ 22245-90).

При этом приняты математические зависимости (3, 4) с более высоким коэффициентом корреляции. Расчетные модули упругости, регламентируемые ОДН 218.046-2001 для разных типов, видов и марок асфальтобетона приведены в табл. 5.

В результате установлены новые расчетные модули упругости, приведенные в табл. 5 для наглядного представления ситуации по данным П.3.1 [1], где будут показаны марки битума и расчетные значения модулей упругости.

Полученные регрессионные модели в свою очередь позволили подсчитать расчетные модули упругости асфальтобетона для битумов марок по ГОСТ 33133-2012 при разных расчетных температурах.

Таблица 5 - Расчетные значения модуля упругости для асфальтобетонов, где битумы соответствуют ГОСТ 22245-90

Асфальтобетон	Расчетные значения модуля упругости E, МПа
Высокоплотный на БНД марки:	
40/60	8600
60/90	6000
90/130	4600
130/200	3500
200/300	2500
Плотный на БНД марки:	
40/60	6000
60/90	4500
90/130	3600
130/200	2600
200/300	2000

Теперь по каждой зависимости для высокоплотного и плотного асфальтобетона мы можем определить расчетный модуль упругости для пенетрации соответствующей битумам марок БНД 50/70, БНД 70/100 и БНД100/130. Более точно можно определить интересующее нас значение по формулам (3, 4) для разных видов, типов и марок асфальтобетона.

Формула определения значения расчетного модуля упругости для высокоплотного асфальтобетона с битумом различных марок:

$$E_{\text{расч}} = 136171 \times x^{-0,754} \quad , \quad (3)$$

Формула определения значения расчетного модуля упругости для плотного асфальтобетона с битумом различных марок:

$$E_{\text{расч}} = 75959 \times x^{-0,687} \quad , \quad (4)$$

Где x- глубина проникания иглы при 25°С.

Для плотного и высокоплотного асфальтобетона расчетные значения модуля упругости под битумы нового ГОСТ 33133-2014

«Битумы нефтяные дорожные вязкие» рассчитаны и занесены в таблицу 6.

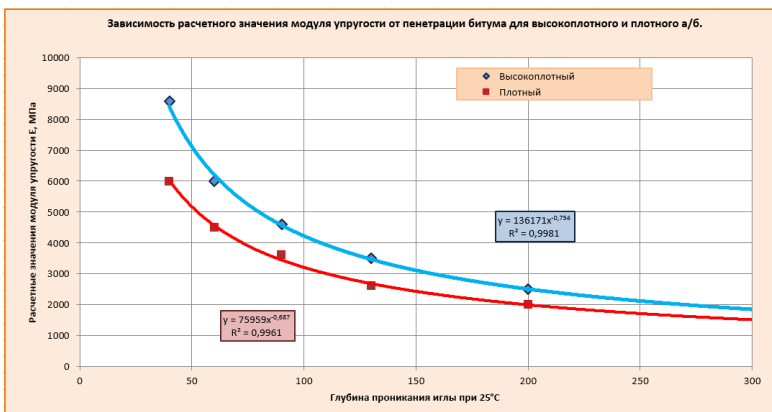


Рисунок 3 - Характеристики асфальтобетонов при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками для высокоплотного и плотного асфальтобетонов

Таблица 6 - Расчетные значения модуля упругости для асфальтобетонов, где битумы соответствуют ГОСТ 33133-2014

Асфальтобетон	Расчетные значения модуля упругости E, МПа
Высокоплотный на БНД марки по ГОСТ 33133-2014	
50/70	7130
70/100	5532
100/130	4228
130/200	3500
200/300	2500
Плотный на БНД марки по ГОСТ 33133-2014	
50/70	5169
70/100	4102
100/130	3211
130/200	2600
200/300	2000

Аналогично образом произведен прогноз нормативных значений кратковременного модуля упругости асфальтобетонов (табл. п.3.2) [1] при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию.

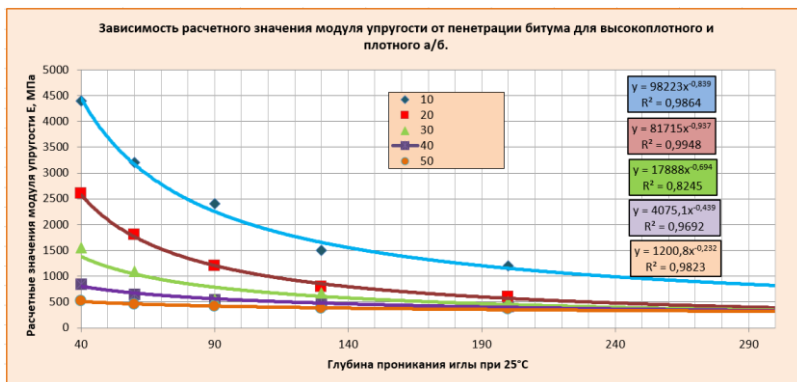


Рисунок 4 - Нормативные значения кратковременного модуля упругости плотных и высокоплотных асфальтобетонов различных составов (при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигоустойчивости. (График составлен для температур покрытия 10°C, 20°C,30°C,40°C,50°C).

Нормативные значения кратковременного модуля упругости плотного и высокоплотного асфальтобетонов различных составов, где марки битума соответствуют ГОСТ 33133-2014 (при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигоустойчивости приведен в табл. 7.

Формулы для расчета кратковременного модуля упругости при определенной температуре покрытия:

$$E_{расч}^{10°C} = 98223 \times P_{25}^{-0,839} \quad (5)$$

$$E_{расч}^{20°C} = 81715 \times P_{25}^{-0,937} \quad (6)$$

$$E_{расч}^{30°C} = 17888 \times P_{25}^{-0,694} \quad (7)$$

$$E_{расч}^{40°C} = 4075,1 \times P_{25}^{-0,439} \quad (8)$$

$$E_{расч}^{50°C} = 1200,8 \times P_{25}^{-0,232} \quad (9)$$

Таблица 7 - Нормативные значения кратковременного модуля упругости плотного и высокоплотного при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигоустойчивости

Материал	Марка битума	Кратковременный модуль упругости E, МПа, при температуре покрытия, °С				
		10	20	30	40	50
Плотный асфальтобетон и высокоплотный асфальтобетон	Вязкого БНД и БН:					
	50/70	3688	2091	1184	571	485
	70/100	2781	1526	938	589	448
	100/130	2062	1092	732	617	413
	130/200	1500	800	670	460	380
	200/300	1200	600	500	420	360

В 2018 году вышел ПНСТ 265-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование нежестких дорожных одежд». Который содержит в себе много недоработок. ПНСТ 265-2018 содержит терминологические неточности по тексту, отсутствует ряд необходимых нормативных ссылок. Плюс ко всему ПНСТ 256-2018 не стыкуется со многими действующими нормативными документами, предъявляющими технические требования к материалам, используемых для общестроительных работ, количественной оценке и критериев результатов качества. Не скорректированы расчетные характеристики материалов, укрепленных органическими вяжущими (в том числе местными) с учетом современных технологических признаков.

Обратим внимание на то, что расчетные характеристики ЦМА, ПБВ, РГ приведены, но без экспериментального обоснования. Так же, как и для плотного, высокоплотного асфальтобетонов. Попробуем сравнить расчетные характеристики для плотного и высокоплотного асфальтобетона, полученные по формулам 3-9, со значениями, представленными в ПНСТ 265-2018 (сравнительный анализ представлен в таблицах 8,9).

Таблица 8 - Сравнение расчетного значения модуля упругости при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками

ОДН 218.046- 2001	П25 (ГОСТ 22245)	Е, Мпа	Расчетны м путем	П25 (ГОСТ 33133)	Е, Мпа	ПНСТ 265	П25 (ГОСТ 33133)	Е, Мпа	Δ	%
Высоко плотный	40/60	8600	Высоко плотный	50/70	7130	Высокоп лотный	50/70	5800	1330	19
	60/90	6000		70/100	5532		70/100	4500	1032	19
	90/130	4600		100/130	4228		100/130	3600	628	15
Плотный	40/60	6000	Плотный	50/70	5169	Плотный	50/70	5800	631	11
	60/90	4500		70/100	4102		70/100	4500	398	9
	90/130	3600		100/130	3211		100/130	3600	389	11

Таблица 9 - Сравнение нормативных значений кратковременного модуля упругости (при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и условию сдвигоустойчивости)

По расчетам	10	20	30	40	50
БНД 50/70	3688	2091	1184	251	485
БНД 70/100	2781	1526	938	226	448
БНД 100/130	2062	1092	732	201	413
По ПНСТ 265-2018	10	20	30	40	50
БНД 50/70	4500	3000	1800	1000	700
БНД 70/100	3300	2250	1300	950	600
БНД 100/130	2600	1500	900	750	550
Δ	10	20	30	40	50
БНД 50/70	812	909	616	749	215
БНД 70/100	519	724	362	724	152
БНД 100/130	538	408	168	549	137
%	10	20	30	40	50
БНД 50/70	18	30	34	75	31
БНД 70/100	16	32	28	76	25
БНД 100/130	21	27	19	73	25

По таблице 8 видно, что значения, полученные расчетным путем по формулам, значительно отличаются от значений, представленных в ПНСТ 265-2018, причем для высокоплотного асфальтобетона значения уменьшились, а для плотного увеличились. Разница между показателями колеблется от 389 МПа до 1330 МПа.

По таблице 9 можно аналогичным образом сравнить значения, представленные в ПНСТ 265-2018, кратковременного модуля упругости асфальтобетонов (при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и по условию сдвигоустойчивости), которые так же существенно выше значений, полученных расчетным путем по формулам (7-16). Разница между показателями колеблется от 137 МПа до 812 МПа.

Есть вероятность, что при анализе остальных показателей модуля упругости по ПНСТ 265-2018, результаты, полученные расчетным путем, будут значительно отличаться. Это говорит о том, что надежные расчеты конструкций дорожных одежд по таким показателям проводить нельзя.

Наиболее точными значениями будут являться те, которые определяются по зависимости от пенетрации битума. Метод и прибор определения относительной вязкости битума по показателю глубины проникания иглы (пенетрации) применяются в мировой дорожной практике со времен Г. Боуэна, предложившего в 1889 году первый пенетрометр для характеристики их условной вязкости. С тех пор показатели пенетрации в большинстве стран являются базовыми для разделения вязких дорожных битумов по маркам в диапазоне от 20 до 300×0,1 мм.

Список литературы:

1. ОДН 218.046-2001 Отраслевые дорожные нормы. Проектирование жестких дорожных одежд.
2. ГОСТ 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие».
3. ГОСТ 33133-2014 «Битумы нефтяные дорожные вязкие».
4. ПНСТ 265-2018 «Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование жестких дорожных одежд».

ТОНКОМОЛОТЫЙ ИЗВЕСТНЯК В ПРОИЗВОДСТВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ БЕТОНОВ

Куляев П.В., канд. техн. наук, доцент,
Соколов Р.В., ст. преподаватель

Тверской государственной технической университет
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc304a0b4.71309160

Аннотация. Статья освещает роль тонкомолотой известняковой добавки в различных аспектах ее применения. Среди инертных и псевдоинертных добавок в бетон, карбонатные добавки относятся к наиболее значимым. Отмечается, что частицы тонкомолотого известнякового порошка, при условии равномерного распределения внутри матрицы композита, играют важную роль в управлении процессом твердения бетона. Данный вопрос рассматривается в свете внутренних процессов заполнения известняковым порошком матрицы, уплотнения структуры композита через воздействие на процесс гидратации и окутывания цементных ядер, армирование матрицы на микроуровне, что повышает прочность, трещино- и кислотостойкость бетона.

Ключевые слова: тонкомолотый известняковый порошок, окутывание ядер цемента, армирование на микроуровне, сверхплотная упаковка частиц.

В настоящее время для модификации и улучшения конкретных свойств бетона почти неотъемлемым является применение тонкомолотого известнякового порошка [1]. Данный феномен объясняется свойствами тонкомолотого известнякового порошка взаимодействовать с компонентами клинкера бетона на физическом и частично химическом уровнях, при рассмотрении бетонной смеси, состоящей из матрицы, включающей воду, вяжущее, различные водоредуцирующие добавки и твердый скелет из заполнителей и наполнителей, встроенный в структуру формируемого монолита [2].

Физическая и химическая совместимость тонкомолотого известняка с вяжущим и твердыми компонентами бетона вытекают из свойств частиц известнякового порошка:

- Окутывать цементное ядро, тем самым способствуя лучшему и более равномерному распределению зерновых фракций внутри объема бетона;
- Микроармировать минеральную структуру бетона;

- Воздействовать на процесс гидратации через замедление процесса схватывания и снижения скорости быстрого непосредственного контактирования с ядрами.

Данные три свойства карбонатного микронаполнителя базируются на следующих отправных предпосылках:

1. Реализация модели плотнейших упаковок частиц.
2. Оптимальной гранулометрия зернового состава.
3. Оптимальные пропорции компонентов бетона.

Оптимальное распределение гранулярного состава было хорошо описано выражением Функа-Дингера, и экспериментально апробировано:

$$Y = 100 \cdot \left(\alpha + (1 - \alpha) \frac{D^n - D_{\text{нижн}}^n}{D_{\text{верхн}}^n - D_{\text{нижн}}^n} \right) \quad (1)$$

Цементы с тонкодисперсным известняковым порошком имеют в среднем на двадцать процентов большую удельную поверхность, а предел прочности бетона на его основе превышает значение вяжущего без добавки на пятьдесят процентов, особенно для образцов в раннем возрасте твердения.

Правильные дозирование, степень дисперсности и технология введения делают бетоны с включением минеральных известняковых компонентов более прочными и стойкими в агрессивных средах, чем бездобавочные бетоны [3].

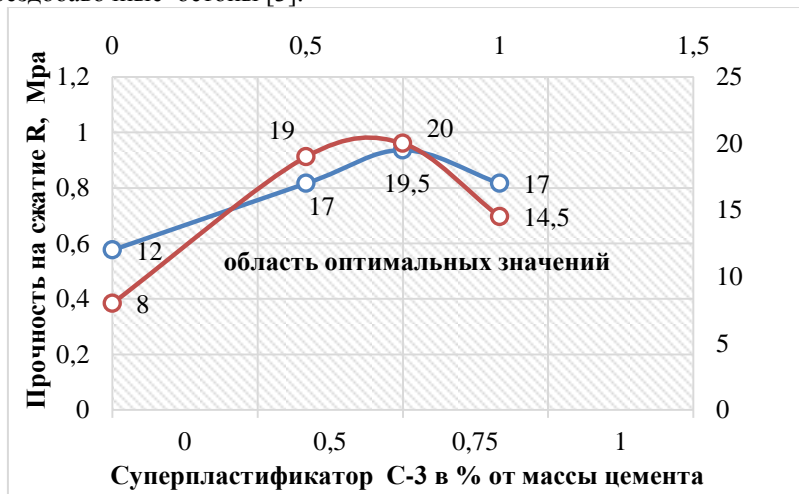


Рисунок 1 - Кубиковая прочность на сжатие в зависимости от количества водоредуцирующей добавки при Суд=450 м2/кг.

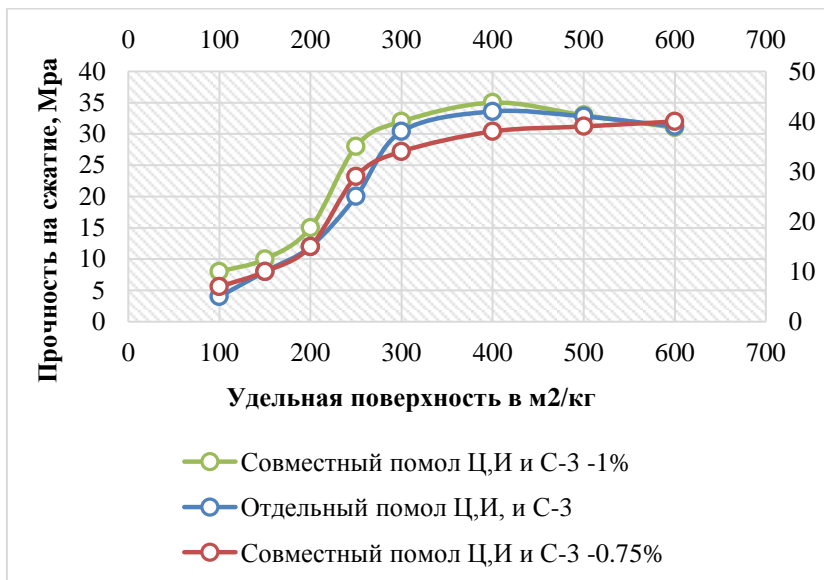


Рисунок 2 - Кубиковая прочность на сжатие в зависимости от удельной поверхности известнякового наполнителя

Выводы.

Тонкомолотая известняковая добавка в бетон имеет, как показали опыты, ряд преимуществ, таких как:

1. Экономия дорогого вяжущего до 25 % без заметного снижения механо-прочностных свойств бетона.
2. Сульфатостойкость при применении в морском строительстве благодаря увеличению времени твердения и химическим взаимодействием с алитом и трехкальциевым алюминатом.
3. Повышенная долговечность карбонатных композитов как следствие более равномерного распределения частиц в матрице бетона и более плотной их упаковки.
4. Снижение пористости благодаря переходу микротрещин из воздушной и капиллярной зоны в гелевую.

Список литературы:

1. Хозин В.Г., Хохряков О.В. Карбонатные цементы низкой водопоглощаемости // Технологии бетонов. 2009. № 11-12. С. 25.

2. Moser B; Pfeifer C: Microstructure and Durability of Ultra-High Performance Concrete. Proceedings of the Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete Kassel, Germany March 05-07, 2008.
3. Рамачандран В.С. Руководство по аналитическим методам в науке о бетоне. Издательство William Andrew, LLC Норвич, Нью-Йорк, США, стр.990.

КОНЦЕПЦИИ ГЕОНИЧЕСКОГО ПОДХОДА В АРХИТЕКТУРНОМ ФОРМООБРАЗОВАНИИ

Лесовик В.С. д-р техн. наук, профессор,
Бычкова А.А., аспирант,
Черепанова И.А., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc31025b5.70382836

Аннотация. В статье изложены ключевые методологические подходы появления нового перспективного направления архитектурной геоники, а также их место в иерархии научного знания. Приведены примеры реализации форм геонической архитектуры, направленные на улучшение комфортности пребывания человека в среде обитания.

Ключевые слова: геоника, архитектурная геоника, междисциплинарная наука, архитектурное формообразование, неживая природа.

Урбанистическое формирование последних десятилетий издавна подчинило себе образ жизни человека. В процессе жизнедеятельности человек находится под сложным воздействием материальных условий окружающей среды, которые во многом характеризуют его энергичность, трудоспособность и самочувствие. Фактически, мы стали обитателями искусственной «природы», созданной из стекла, бетона и пластмассы, сопоставимость которой с жизнью естественной экосистемы неуклонно стремится к нулю. И чем сильнее искусственная природа захватывает живую, тем более явственной делается потребность человека в природной, естественной гармонии.

В настоящее время тема повышения комфортности среды жизнедеятельности человека становится все более актуальной не только в рамках определенного города, но и в масштабе всей нашей планеты [1-5].

Одним из многообещающих направлений контраста городской среды является конкретизация места архитектурной геоники в иерархии научного знания, которая необходима для понимания ее целей и задач. Архитектурная геоника - это междисциплинарная наука, решающая инженерные задачи с учетом знаний, полученных при исследовании геологических и космохимических процессов. Зарождению архитектурной геоники предшествовали такие области познания, как

геофизика, геохимия, биотехнология и появление науки кибернетики и ее дифференциация на науки бионика и геоника.

Геоника изучает объекты неорганического мира с целью создания новых технологий производства материалов и оптимизации системы «человек-материал-среда обитания». Архитектурная геоника в свою очередь – одно из направлений науки геоники, пользующаяся ее методологией познания, но решающая более узкие архитектурные задачи: поиск положительного опыта неорганического мира, выявление функций и форм, применимых для нужд человека.

Неорганический мир проявляет себя в процессах и воздействиях, оказывающих на него влияние [6-11]. Образование объектов неорганического мира происходит по принципу минимизации энергии. В этом отношении геонический мир представляет собой наиболее технологически обоснованный или аргументированный способ объединения различных структур.

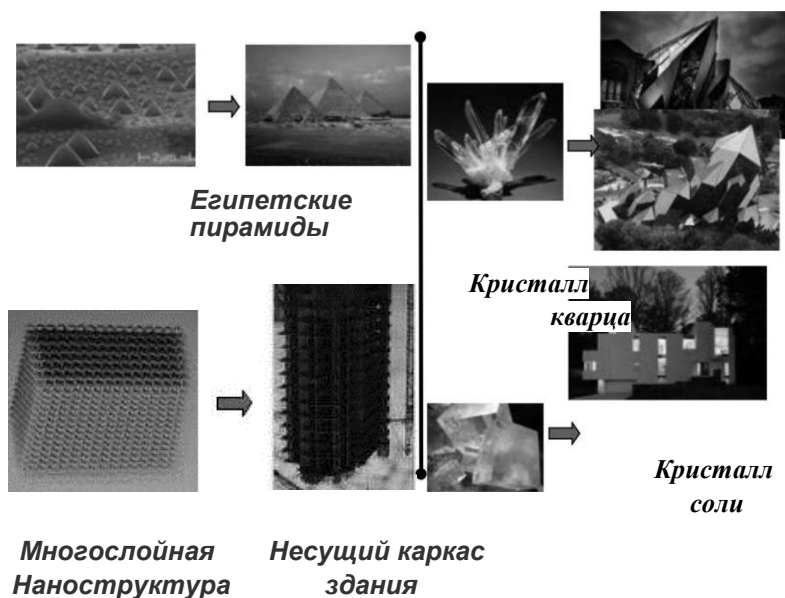


Рисунок 1 - Примеры соответствия кристаллической решетки минералов архитектурным постройкам

К объектам неорганического мира, которые могут стать предметом для подражания относятся структуры химических элементов и соединений, некоторые характеристики минералов, горных пород, формы выветривания и элементы космической тематики, см. рис.1.

Принципы формообразования неорганического мира необходимо описать для того чтобы перейти от эмоционального восприятия архитектурных аналогий к наиболее осозанным моделям, оперирующими параметрами углов, длин, понятиями симметрий и др. Одним из приемов для выделения характерных черт геонических форм является рассмотрение химических процессов ответственных за неорганические вещества.

Неорганические химические соединения могут находиться в твердом, жидком, газообразном и плазменном состояниях. Плазменные, жидкие и газообразные состояния не представляют для нас интерес, поскольку их формы в основном зависят от предоставленного им объема и их поверхностного натяжения. Цепочки неорганических соединений короткие, их формы также не представляют интерес с нашей точки зрения. Твердые тела делятся на кристаллические и аморфные. Частным случаем аморфного состояния является стекло. Аморфные тела могут рассматриваться как жидкость с большой вязкостью, также как жидкие, газообразные и плазменные состояния не представляют для нас интерес. Отличной от других агрегатных состояний геометрией расположения в пространстве обладают кристаллы.

Кристаллы – это твердые тела, в которых атомы или молекулы расположены закономерно, образуя трехмерную периодическую пространственную укладку – кристаллическую решетку. Так кристаллическую решётку имеют вещества графит и алмаз, оба этих вещества состоят только из атомов углерода, однако укладка их атомов в пространстве различна.

Исследованием структуры кристаллов, их симметрии и формы, взаимосвязи структуры, условий образования и свойств кристаллов занимается наука кристаллография [6]. Одним из важнейших понятий в архитектуре является симметрия, а научное формулирование понятия симметрии произошло именно в кристаллографии. Все кристаллы подразделяются на 7 сингонии, 32 класса симметрий, 230 простых форм. Все 230 простых форм были представлены и математически описаны Е.Ф. Федоровым. Форма кристалла имеет бесчисленное количество вариантов реализации в силу накладывающихся условий окружающей среды при их росте, но все их можно классифицировать.

Каждый кристалл имеет свое соотношение величин граней и ребер, на нем могут присутствовать такие грани каких нет на других кристаллах, но углы между соответственными гранями и ребрами одного и того же вещества являются постоянными.

Архитектурная геоника, как перспективное трансдисциплинарное направление, может способствовать снижению экологического прессинга на среду обитания человека, способствовать стремлению отойти от эстетического однообразия крупнопанельных зданий и типовых микрорайонов, подчеркнуть индивидуальность и выразительность объектов массового коттеджного строительства, обеспечить разработку и применение экономически эффективных методов и материалов.

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Першина И.Л. Геоника. Влияние развития строительных материалов на концептуальность архитектурной формы // В сборнике: Фундаментальные основы строительного материаловедения. Сборник докладов Международного онлайн-конгресса. 2017. С. 1152-1161.
2. Казлитина О.В., Лесовик В.С., Казлитин С.А. Фибробетон для монолитного строительства // Saarbuken, 2018.
3. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Крымова А.И. Синергетические принципы самоорганизации системы в теории твердения многокомпонентных порошковых композиций // Региональная архитектура и строительство. 2018. № 3 (36). С. 49-55.
4. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Сумской Д.А. Теплоизоляционные растворы пониженной плотности // Строительные материалы и изделия. 2018. Т. 1. № 1. С. 40-50.
5. Вешнякова Л.А., Фролова М.А., Айзенштадт А.М., Лесовик В.С., Михайлова О.Н., Махова Т.А. Оценка энергетического состояния сырья для получения строительных материалов // Строительные материалы. — 2012. — № 10. — С. 53—55.
6. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
7. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
8. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.

9. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
10. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавногазобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
11. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
12. Лесовик В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Изв. вузов. Строительство. 1994 № 7, 8 С. 96–100.

КОНЦЕПЦИЯ МЕТАСОМАТИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТАХ

Лесовик В.С., докт. техн. наук, профессор,
Фомина Е.В., канд. техн. наук, доцент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc31b3d85.22803254

Аннотация. В условиях эксплуатации строительного материала первым важным фактором изменения его термодинамической нестабильности является взаимодействие с окружающей средой. С учетом трансдисциплинарных исследований геоники на основе природоподобия рассмотрены общесистемные закономерности метасоматоза, где принципиальное значение имеет исследование комплекса минимизированных термодинамических потенциалов, присущих отдельной метасоматической колонки. Термодинамическая модель метасоматических процессов должна учитывать энергетический потенциал высокоразвитой поверхности строительного композита, обусловленный структурно-топологическими особенностями обрванными частицами различного генетического типа.

Ключевые слова: техногенный метасоматоз, геоника, трансдисциплинарность, экология, строительный композит.

Для решения современных инженерных задач, при создании строительных композитов защищающих человека от воздействия техногенных факторов окружающей среды в рамках трансдисциплинарного научного направления – «геоника» («геомиметика») развивается теория техногенного метасоматоза в строительном материаловедении [1-3]. Техногенный метасоматоз в строительном материаловедении – это эволюционное приспособление строительных материалов к новым термодинамическим условиям, способствующим преобразованию свободной поверхностной энергии строительных материалов в связанную при синтезе новых соединений, возникающих за счет взаимодействия веществ внешней среды с компонентами строительных материалов [4]. Это направление базируется на общих принципах геологии, где научно обосновано, что долговечность горной породы зависит от обменных процессов взаимодействия с окружающей средой [5].

Следуя модели Коржинского–Фишера–Джостена [6] особую важность в оценке метасоматических преобразований играет

информация о химическом составе минералов и текстурно-структурные особенности пород. Геометрия поверхностных топографических особенностей играют важную роль в формировании термодинамически стабильных систем. Топологические особенности поверхности цементобетона складываются из макро- и микрошероховатостей поверхности на макро-, микро-, и наноуровне, что приводит к формированию сложных иерархических систем и модификации поверхностной энергии бетона. Это термодинамически открытые системы, которые работают далеко от термодинамического равновесия за счет обмена энергией, материей и энтропией с окружающей средой, что определяет условия метасоматических образований.

Учитывая анизотропию состояния твердого строительного материала, метасоматоз начинается в наиболее уязвимых зонах контакта поверхностного слоя и протекает не повсеместно, а локально, образуя так называемые метасоматические колонки. Скорость диффузии и замещения в таких процессах могут быть стимулированы различными дефектами, дислокационными и точечными нарушениями кристаллов, микротрещинами, микровключениями, пористостью.

Понятие «теория метасоматической зональности» разработано Д.С. Коржинским [7] на основе обобщения достижений физической химии и петрологии. Из этой теории следует, что резко ограниченные минеральные зоны возникают в результате направленного массопереноса и одновременного изменения концентраций компонентов в растворе и породе вследствие химических реакций; при этом система в целом неравновесна, что согласуется с основными закономерностями, наблюдаемыми при преобразовании строительных композитов в условиях их эксплуатации.

На рисунке 1 очевидно сходство метасоматических процессов искусственных и природных объектов с образованием зон проникновения внешних веществ в структуру материала.

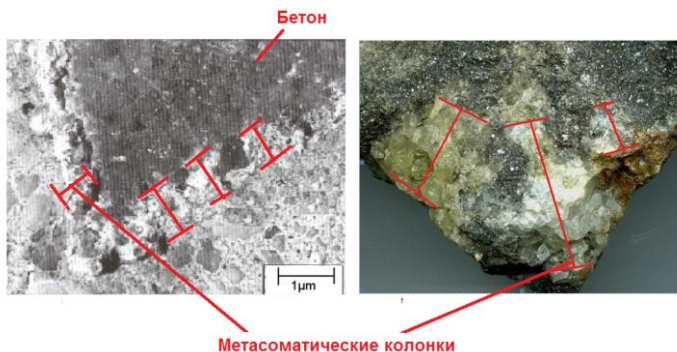


Рисунок 1 - Метасоматические колонки на поверхности бетона в условиях карбонатной коррозии и метасоматическая горная порода - грейзен

Коррозия бетона и железобетона, это лишь часть общей сущности техногенного метасоматоза. Для метасоматических преобразований можно априорно принять многовариантность сочетаний процессов, обеспечивающих весьма широкое разнообразие. Накопился обширный материал по особенностям геологических проявлений метасоматоза, характеризующий это явление не только как необычайно разнообразное по результатам, но и содержащее, в целом, ряд естественных противоречий и парадоксов [8, 9].

Придерживаясь молекулярно-кинетической концепции минералообразования при изучении техногенного метасоматоза строительных композитов в неравновесной системе предложенной Л.И. Шабалиным [10], следует обратить внимание на энергетические свойства поверхности материалов, эти вопросы остаются нераскрытыми в геологических науках.

Энергетическим критерием в процессах метасоматических преобразований строительного композита может быть свободная внутренняя энергия породообразующих минералов и пород в целом. Энергетический потенциал породы зависит от генетических особенностей. С учетом генезиса минералы в различной степени подготовлены к производству тех или иных строительных материалов.

Эта интеграционная характеристика определяется результатом движения и взаимодействия частиц (кластеров, молекул, атомов, ионов и т.д.); дефектностью кристаллической решетки породообразующих минералов; наличием включений минералообразующей среды, газа,

жидкости; степенью кристалличности минералов; структурой и текстурой горных пород, постгенетическими изменениями и другими параметрами, которые способствуют снижению энергозатрат при производстве строительных материалов [4, 11-13]. Кроме этого на формирование энергетического потенциала сырья техногенного генезиса, оказывает влияние техногенная активация (взрыв, дробление, обогащение и т.д.).

Таким образом, оптимизация составов вяжущих с учетом энергетической активности полиминеральных частиц позволит регулировать структуру строительного композита и является необходимым для создания термодинамически устойчивой системы способной противостоять воздействию внешних агрессивных факторов в процессах метасоматоза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-03-00352; программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высоких Технологий, БГТУ им. В.Г. Шухова

Список литературы:

1. Лесовик В.С., Фомина Е.В., Айзенштадт А.М. Некоторые аспекты техногенного метасоматоза в строительном материаловедении // Строительные материалы. 2019. № 1-2. С. 100-106.
2. Лесовик В.С., Фомина Е.В. Кристаллогенетические аспекты техногенного метасоматоза в строительном материаловедении // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: сб. трудов по материалам междунар. науч.-практ. конф., посв. 70-летию заслуж. деят. науки РФ, член-корр. РААСН, д.т.н., проф. В.С. Лесовика. // БГТУ им. В.Г. Шухова (15-16 марта 2016 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. С. 151-156.
3. Lesovik V.S., Erofeev V.T., Fomina E.V., Kozhukhova M.I., Volodchenko A.A., Tolstoy A.D. Technogenic metasomatose in construction material science. // 20. Internationale Baustofftagung. Weimar, 12 - 14 September 2018. Bundesrepublik Deutschland. Vol. 2. Pp. 2523-2527.
4. Lesovik V.S. Geonika (geomimmetics). Implementation examples in construction material science. Belgorod: BSTU. 2016. 287p.
5. Жариков В.А. Метасоматизм и метасоматические породы. М.: Научный мир. 1998. 442 с.
6. Ревердатто В.В. Развитие представлений Д.С. Коржинского о локальном равновесии минералов при метаморфизме (к 110-летию со дня рождения) // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 3. С. 329–337

7. Коржинский Д.С. Избранные труды. Основы метасоматизма и метамагматизма. М.: Наука. 1993. 239 с.
8. Горохова М.С. Парадоксы метасоматоза растительного и животного вещества и проблемы биоминералогии // Минералогия техногенеза. 2012. № 3. С. 190–201.
9. Поспелов С.Л. Парадоксы, геолого-физическая сущность и механизмы метасоматоза. Новосибирск: Наука. 1973. 353 с.
10. Шабалин Л. И. Основы молекулярно-кинетической концепции рудо- и магмообразования. Новосиб.: СНИИГГиМС. 2002. 204 с.
11. Трунов П.В., Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Евтушенко Е.И. Влияние способа помола на энергоёмкость изготовления и качественные характеристики композиционных вяжущих // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 4. С. 37–39.
12. Фомин А.Е., Лесовик В.С., Глаголев Е.В. Повышение активности кварцсодержащего сырья различного генезиса при помоле/ Инновационные материалы и технологии в дизайне: сб. тезисов докладов III Всерос. науч.-технич. конф. // СПбГИКиТ (Санкт-Петербург 23–24 марта 2017 г.), СПб.: Изд-во СПбГИКиТ, 2017. С. 104–105.
13. Кожухова Н.И., Фомин А.Е., Лашина И.В. Некоторые аспекты повышения долговечности строительных материалов // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: мат-лы III Международной научно-технической конференции, г. Белгород, 14-15 ноября 2017 г. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С. 48-49.

ГЕОНИКА. ГЕОММИМЕТИКА КАК ПРИНЦИП ОПТИМИЗАЦИИ ТРИАДЫ «ЧЕЛОВЕК-МАТЕРИАЛ-СРЕДА ОБИТАНИЯ»

Лесовик В.С. д-р техн. наук, профессор,
Першина И.Л. ст. преподаватель,
Бычкова А.А., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc32812a8.73262286

Аннотация. В статье изложены основные формообразующие подходы нового перспективного направления архитектурной геоники и их место в иерархии научного познания. Геоника - это инновационное направление науки, которое вобрало в себя все лучшее от природы: рельефы, контуры и формы. Приведены примеры реализации форм геонической архитектуры, направленные на улучшение комфортности пребывания человека в среде обитания.

Ключевые слова: геоника, геонический стиль, архитектурная геоника, междисциплинарная наука, архитектурное формообразование, неживая природа, синтез природы и технологий.

В настоящее время использование принципов природосообразности в формообразовании приобрело новое качество, получило название архитектурно - геонического прогресса и стало одним из трендов архитектуры в мировой строительной. Архитектурная геоника - это междисциплинарная наука, решающая инженерные задачи с учетом знаний, полученных при исследовании геологических и космохимических процессов [1-5]. Ее можно назвать архитектурным направлением будущего, целью которого является синтез природы и современных технологий [6-8].

Архитектурная геоника способствовала появлению новых, функциональных и оригинальных по своим эстетическим качествам архитектурных форм. Данное специфичное явление не могло не вызвать интерес архитекторов и инженеров со всего мира в решении не только технических, но и архитектурных задач.

Благодаря постоянно меняющемуся балансу желаний и взаимодействию пространственных возможностей у человека возникает ощущение движения в покое и ощущение покоя в движении пространства в геоническом строительстве.

Постоянство и трансформация, симметрия и асимметрия, защищенная интимность и широкая открытость взаимодействуют между собой в хрупком равновесии. В мире все взаимосвязано, нет вещей и фактов, которые не были бы связаны напрямую или между собой. Здесь не существует барьеров между органической и неорганической природой, есть законы, объединяющие весь мир в единое целое и дающие начало объективной возможности использования в искусственно созданных системах законов и принципов построения природы и ее форм. В ее основе лежит биологическая связь человека и окружающего мира.[9]

Архитектурная геоника позволяет создавать архитектурные ансамбли, малые архитектурные формы, новые цветовые параметры, используя «опыт» неживой природы. Природа, как прекрасный архитектор, создает уникальные по красоте, цвету и формообразованию объекты неорганического мира. К объектам неорганического мира, которые могут стать предметом для подражания, относятся структуры и кристаллические решетки минералов. Впечатляюще по своей масштабности выглядит один из символов Брюсселя — Атомиум, спроектированный архитектором Андре Ватеркейном к открытию Всемирной выставки в 1958 г. как символ атомного века и мирного использования атомной энергии. [10] Атомиум – это увеличенный в 165 миллиардов раз фрагмент кристаллической решетки железа (рис. 1). Высота Атомиума составляет 102 метров, вес — около 2400 тонн, а диаметр каждой из девяти сфер — 18 метров.



Рисунок 1 – Атомиум. Брюссель, Бельгия

Следует подчеркнуть, что архитектурная геоника не только решает функциональные вопросы архитектурного формообразования, но и открывает перспективы в поиске принципов оптимизации системы «человек-материал-среда обитания», учит инженеров и архитекторов мыслить синтетическими системами и природообразующими формами.

Архитектурно-геонические модели используются зодчими различных стран при проектировании зданий и малых архитектурных форм. Одним из ярких примеров геонического подхода в формообразовании является Королевский музей Онтарио (Канада). [11] Идея архитектора Даниэля Либескинда заключается в расширении канадского Королевского музея Онтарио при помощи придания зданию формы гигантского сверхсовременного кристалла, состоящего из 25% стекла и 75% алюминиевых композитов (рис. 2).



Рисунок 2 - Королевский музей Онтарио. Торонто, Канада.

Геонический стиль - это синтез природных форм и высоких технологий, а так как быстрота современной жизни жителей крупных мегаполисов создает определенные стандарты жизненного пространства, одним из важнейших критериев качества современного жилья является его функциональность и комфорт.[12-14]

Таким образом, архитектурная геоника позволяет специалистам разрабатывать новую тектонику архитектурных ансамблей, использовать достижения неорганического мира, проектировать сооружения, органически вписывающиеся в среду обитания в соответствии с геоморфологией, климатом, культурными традициями и т. д. Во все времена архитектура характеризовалась

двойственностью: с одной стороны, она была органична и соответствовала законам природы, с другой - искусственна, так как соответствовала идеалам, завещанным Евклидом. Новое научное направление решает не только чисто практические вопросы органической среды обитания, создания конструктивных элементов, форм, пространства и др., но и способствует улучшению чувственного и эмоционального состояния человека, его творческого потенциала, гармонизации функций здания и окружающей среды и в целом оптимизации триады «человек — материал — среда обитания».

Список литературы:

1. Лесовик В. С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Известие вузов. Строительство. 1994. № 7, 8. С. 96-100.
2. Лесовик В. С. Геоника. Предмет и задачи. Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2012. 213 с. Лесовик В.С. Геоника. Предмет и задачи. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012 213 с.
3. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
4. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
5. Volodchenko A.N., Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Bogusevich G.G. Energy saving raw materials for the production of new generation silicate materials / International Journal of Pharmacy and Technology. 2016. Т. 8. № 4. С. 22673-22686.
6. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
7. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
8. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
9. Лебедев Ю.С. Архитектура и бионика. – М.: Стройиздат, 1990. –

269 с.

10. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник ВГАСУ. Сер. Стр-во и архит. 2013. № 31 (50). С. 131-136.
11. PhotoTravelGuide — достопримечательности мира [Электронный ресурс]. URL: [http:// phototravelguide.ru/muzei-teatr/muzei-ontario-kanada/](http://phototravelguide.ru/muzei-teatr/muzei-ontario-kanada/)
12. Федоров Е.С. Симметрия и структура кристаллов. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1949. – 630 с.
13. Бурдина Н.А. Аспекты психического воздействия геометрии формы пространства интерьера на жизнедеятельность человека: дис. канд. техн. наук: 18.00.01: защищена 2004 / Бурдина Наталия Александровна; УралГАХА, Екатеринбург, 2004. 163 с.
14. Пастухов А.В. Концепция символического каркаса городской среды, дис. канд. арх. М., 1989. с. 5

ГЕОНИКА. ГЕОММИМЕТИКА КАК ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лесовик В.С., д-р техн. наук, профессор,
Шаталова С.В., аспирант,
Азизов В.Г., студент,
Богун Н.В., студент,
Семиохина В.А., студент,
Галкина А.А., студент,
Новоселова А.А. студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc337fff4.93075323

Аннотация. В статье рассматривается возможность разработки строительных материалов, целенаправленно взаимодействующих с инфракрасным излучением, что позволит повысить комфортность пребывания людей в своих жилых помещениях, как при традиционном конвективном способе отопления, так и при инфракрасном.

Ключевые слова: комфорт, системы ИК обогрева, строительные материалы

История развития человечества на всём своём протяжении тесно переплетена с совершенствованием строительных материалов и технологий возведения построек и сооружений [1-5].

Постиндустриальное общество, к которому, как принято считать, перешло (или находится в процессе трансформации) большинство экономически развитых стран, «породило» новые ценности, важнейшей из которых является человеческий капитал. В новом свете встали вопросы, связанные со строительством. В частности, особое внимание теперь уделяется комфорту как состоянию внутреннего удовлетворения человека, возникающего под влиянием каких-либо благоприятных условий, обстоятельств и т.п. [6-12].

Согласно представлениям строительной теплофизики, комфортность тепловой обстановки помещения имеет большое значение в поддержании хорошего самочувствия, работоспособности и здоровья человека, так как большинство людей проводит в помещениях более 85% своей жизни. В свою очередь, температура внутренней поверхности ограждающих конструкций играет большую роль в формировании микроклимата помещения [13].

Важным моментом является то, что при выборе материала для стен и перекрытий, в расчёт берётся только два свойства, напрямую характеризующие его способность участвовать в теплообменных процессах – теплопроводность и теплоёмкость. Связь данных показателей с составом, структурой, технологическими параметрами изготовления материалов и др. рассмотрены в большом количестве научных работ, что позволяет целенаправленно добиваться нужной величины.

Влияние тех же параметров на способность строительных материалов (за исключением светопрозрачных) участвовать в конвективном и лучистом теплообмене, применительно к целенаправленному формированию микроклимата помещений, как правило, не рассматривается. В стандартных методиках расчётов учитываются через усреднённые коэффициенты.

Сами по себе процессы конвекции и излучения досконально изучены физикой, что открывает возможность целенаправленно формировать у строительных материалов связанные с ними свойства. В свою очередь это позволит получить дополнительный инструмент повышения комфортности среды обитания человека и снижения энергозатрат за счёт более рационального их распределения.

В основу прогнозирования свойств таких строительных материалов положен процесс обнаружения геологических и биологических материалов по видимым и ближним инфракрасным (ИК) спектроскопическим измерениям, что реализует системный подход и основные теоретические положения, сформулированные в рамках научного направления Геоники.

По этой же причине, в рамках внедрения в практику элементов концепции Зелёного строительства интерес представляют системы лучистого отопления помещений. Данные технологии не являются новинками, однако широкого распространения в своё время они не получили, применяясь в основном для решения специальных задач.

Для широкого практического внедрения систем ИК обогрева помещений необходимо стремиться максимально снизить плотность потока излучения в зоне возможного пребывания человека без снижения его общей мощности. Это возможно за счёт его перераспределения путём многократного отражения и переизлучения поверхностями с изменением направления потока. Т.е. для создания безопасных и комфортных условий ИК лучи должны распространяться не только в направлении излучатель-человек, но и в перпендикулярных ему плоскостях. При этом, в целях сохранения эстетических

показателей, функция перераспределения ИК излучения должна обеспечиваться строительными материалами, используемыми в помещении.

Указанный способ управления распределением потоков энергии предполагает новые возможности по формированию микроклимата в помещении, в частности:

- регулирование влажности наружных стен за счёт поддержания необходимой температуры их поверхности;
- подачу дополнительного количества энергии к наиболее холодным участкам поверхностей помещений;
- осуществления микроклиматического зонирования помещений;
- возврата части энергии нагретого воздуха верхней части помещения в зону пребывания человека.

Решение данных вопросов возможно за счёт изучения свойств строительных материалов по взаимодействию с ИК излучением, разработки принципов проектирования строительных композитов с требуемыми свойствами.

Способность материалов тем или иным образом взаимодействовать с ИК излучением зависит от ряда факторов:

- температуры источника излучения (спектра излучения) или длины волны при монохроматическом излучении;
- химического и минералогического составов;
- температуры материала;
- особенностей строения поверхности и толщины слоя материала;
- угла наклона поглощающей поверхности по отношению к основному направлению распространения ИК лучей;
- влажности материала.

Данные факторы влияют на формирование таких характеристик материала как коэффициенты отражения ρ , поглощения α и пропускания τ , степени черноты поверхности, плотности теплового потока.

Следует учитывать, что большинство указанных факторов взаимосвязаны, т.е. формируются в результате взаимодействия внутренних и внешних аспектов, поэтому при анализе тех или иных явлений необходимо учитывать условия проведения испытаний.

Исходя из выше сказанного следует, что разработка широкой гаммы строительных материалов, целенаправленно взаимодействующих с инфракрасным излучением, позволят повысить комфортность пребывания людей в своих жилищах как при традиционном

конвективном способе отопления, так и при инфракрасном. Сокращение расхода энергии для отопления по предварительным расчётам должно составить 5...10%, за счёт создания оптимального распределения температур, в частности исключения перегретых зон. Дополнительное снижение энергозатрат, при создании подобных материалов, сулит использованием композиционных вяжущих вместо традиционного портландцемента.

Список литературы:

1. Проблемы строительного материаловедения и новые технологии Межвузовский тематический сборник научных трудов // Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию, Белгородская государственная технологическая академия строительных материалов, Ассоциация ученых в области строительного материаловедения. Белгород, 1995. Том Часть 1
Фундаментальные проблемы строительного материаловедения
2. Синергетика в современном мире Сборник материалов Международной научной конференции // 2001. Том Часть III
3. Производство строительных материалов, изделий и конструкций учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 653500 "Строительство" // Д. И. Гладков [и др. ; под общ. ред. В. С. Лесовика]; Федеральное агентство по образованию, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2008.
4. Лесовик В.С., Савин Д.В., Тольпина Н.М. Модифицированный безгипсовый портландцемент для монолитного строительства монография // Федеральное агентство по образованию, Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2009.
5. Лесовик В.С., Строкова В.В., Череватова А.В., Павленко Н.В. Смесь для пенобетона на основе наноструктурированного вяжущего (варианты), способ изготовления изделий из пенобетона (варианты) // патент на изобретение RUS 2412136 21.09.2009
6. Лесовик В.С., Перькова М.В., Бабаев В.Б. Архитектурная геоника как междисциплинарное направление в архитектурной науке и практике // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 74–79.
7. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Практика использования закона сродства структур для проектирования эффективных композитов // В сборнике: Научные технологии и инновации Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 156-163.
8. Дауви́г С. «Зелёные» здания в России и зарубежом // Вестник центра Организации объединенных наций по промышленному развитию UNIDO в России. 2012. №8. С. 72-79

9. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю., Евсюкова А.С., Кузьмина Т.С., Бурьянов А.Ф. Композиционные гипсовые вяжущие для "зеленого" строительства: // В сборнике: Научно-практические технологии и инновации международной научно-практической конференции. 2016. С. 443-449.
10. Chernysheva N.V., Lesovik V.S., Drebezgova M.Yu., Shatalova S.V., Alaskhanov A.H. Composite gypsum binders with silica-containing additives // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Material Science in Mechanical Engineering" 2018. С. 032015.
2. Terman M, Terman JS Light Therapy for Seasonal and Nonseasonal Depression: Efficacy, Protocol, Safety, and Side Effects CNS Spectr. 2005. №10(8). Pp. 663 - 672
3. Лесовик, В.С. Новая парадигма создания композитов для стройиндустрии // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 17-24
4. Walter Blasi. Строительная физика / Verlag Europa Lehrmittel. Nourney. Vollmer GmbH & Co. 2001

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПОРОД И ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ИЗ НИХ

Лесовик Г.А., канд. техн. наук, доцент,
Щигорев Д.С., аспирант,
Тольпин Д.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc343a229.79112892

Аннотация. В работе показано, что методы определения реакционной способности минералов с использованием повышенных концентраций щелочей и нагрева не моделируют реальные условия взаимодействия щелочей с заполнителями бетонов. Установлена зависимость между поглощением извести и содержанием растворимого кремнезема в породе.

Ключевые слова: заполнитель, щелочи, кремнезем, деструкция

Доменный гранулированный шлак, нефелинсодержащие породы, перлит и др., достаточно энергично вступают в реакцию с гидроксидом кальция, содержащимся в жидкой фазе бетонов. Если цемент содержит в большом количестве K_2O и Na_2O , или они поступают из внешней среды, то это может привести к взаимодействию щелочей с кремнеземом заполнителя [1–2]. Однако на практике доменный гранулированный шлак успешно используется в Японии, США и других странах как заполнитель для бетона, хотя он активно реагирует с $Ca(OH)_2$ и щелочами. Это позволяет предположить, что опасность реакции заполнителей со щелочами преувеличена. Возможно, что деформации расширения могут быть вызваны процессами, происходящими в цементном камне независимо от заполнителя. Заполнитель относится к потенциально реакционноспособным если в нем содержится более 50 ммоль/л растворимого кремнезема (ГОСТ 8269.0-97). В соответствии с этим доменные гранулированные и топливные шлаки, другие техногенные и природные материалы, используемые в качестве заполнителей для бетонов, обладающие активностью по поглощению извести, сравнимую с нормативными требованиями ($SiO_2=50$ ммоль/л) могут быть отнесены к потенциально реакционноопасным. Поэтому исследование внутренней коррозии, вызванной реакцией заполнителя со щелочами цемента, является актуальной проблемой.

Проанализировав данные, приведенные в [3] было установлено, что наблюдается линейная зависимость между активностью неорганических соединений по поглощению извести и содержанием растворимого SiO_2 . Данная зависимость позволяет прогнозировать реакционную способность пород и заполнителей из них (рис. 1).

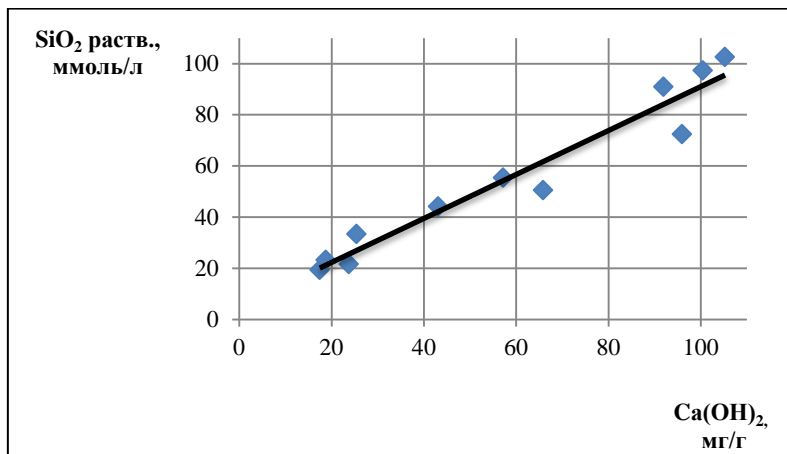


Рисунок 1 – Взаимосвязь между содержанием растворимого кремнезема в породе и поглощением извести

В различных странах достаточно широко используются в качестве заполнителей бетонов, в том числе для дорожных конструкций, эксплуатирующихся в жестких условиях, доменные, топливные и электротермофосфорные шлаки [1-7]. Это свидетельствует о том, что содержание растворимой кремнекислоты в заполнителе не всегда может служить ограничением к их использованию. Необходимо отметить, что часто наблюдается деструкция бетонных изделий на заполнителях, которые содержат растворимой кремнекислоты гораздо меньше нормативной величины (50 ммоль/л) [8-11].

В настоящее время разработано огромное количество методов, совершенно разносторонних, в отличие, например, от испытаний на сульфатостойкость. Такое многообразие может быть объяснено нестабильностью результатов при проведении испытаний, обусловленной применением повышенных концентраций щелочей и температур. Применение пропарки или автоклавной обработки для ускорения реакций щелочей и заполнителей приводит к изменению

физико-химии процессов, в результате они становятся неадекватны реальным условиям. Использование таких методов приведет к отбраковыванию качественного заполнителя, что ограничит сырьевую базу. Для получения надежных адекватных результатов необходимо проводить испытания в условиях, приближенных к реальным. Применение высоких температур и концентраций щелочей при подобных испытаниях недопустимо, так как в таких условиях даже кварц реагирует с известью. По данным А.В. Волженского [12] у природного кварца, с растворимостью 4 мг/л (при $t=20^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=6,7$), при повышении температуры и щелочности среды растворимость увеличивается до 75 мг/л ($t=22^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}=12,8$) и до 470 мг/л при $t=100^{\circ}\text{C}$. Фактически при нагревании до 100°C активность кварца приблизительно в 12 раз превышает нормативные требования по растворимости в щелочах. Кеннеди, Блэнкс, другие исследователи считают, что температура при проведении испытаний не должна превышать $40-55^{\circ}\text{C}$, так как это приводит к изменению фазового состава продуктов гидратации. Считаем, что это обоснованно, так как в летний сезон поверхность бетонных изделий и конструкций может разогреваться до температуры 45°C .

Таким образом, существующие методы определения реакционной способности минералов, входящих в состав заполнителей с применением повышенных концентраций щелочей и, особенно, нагрева до 85°C , не моделируют реальные условия взаимодействия щелочей с заполнителями бетонов. В этой связи целесообразно использовать такие методики испытаний, при которых концентрации щелочей и температура соответствуют реальным условиям эксплуатации.

Список литературы:

1. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
2. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего / Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
3. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6-11.

4. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
5. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
6. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Стаинов В.В., Стаинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
7. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству / Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
8. Рояк Г.С. Внутренняя коррозия бетона. Тр. ЦНИИС. М., 2002. № 210. 156 с.
9. Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М., Балес А.А. Обоснование оптимальных условий ускорения испытаний на внутреннюю коррозию// Известия высших учебных заведений. Строительство. 2011. № 11. С. 101–104.
10. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов/О.П. Мчедлов-Петросян.-2-е изд. перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1988. 304 с.
11. Волженский А.В., Иванов И.А., Виноградов Б.И. Применение зол и топливных шлаков в производстве строительных материалов. М.: Стройиздат, 1984. 255 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ РАЗРУШЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Лесовик Р.В. д-р техн. наук, профессор,

Алласханов А.Х. канд. техн. наук,

Ахмед Ахмед Анис Ахмед, аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc34df071.31067072

Аннотация. В настоящее время одной из ключевых проблем в мире является большое скопление строительных отходов в результате военных действий и сноса различных объектов. Благодаря техногенным и природным аномалиям на планете Земля очень много разрушенных городов, населенных пунктов, домов и т.д. И стоит вопрос о том, как отстраивать эти города и как использовать части разрушенных зданий и сооружений.

Ключевые слова: строительные отходы, окружающая среда, эффективные композиты

Один из моментов - это всё вывезти, какие-то отрицательные формы рельефа, складировать, закрыть грунтами, посадить сверху лес, и производить новые строительные материалы и из них отстраивать эти города и населенные пункты и т.д. Но это очень дорогостоящее мероприятие. Второй выход из создавшейся ситуации – это использование фрагментов разрушенных зданий и сооружений для создания строительных материалов, и из них уже ремонтировать и строить здания и сооружения, которые разрушены. Это предполагает: первое – исследование распространения этих разрушенных городов по территории всей планеты; вторая задача, которая стоит здесь – это подсчет объемов фрагментов разрушенных зданий и сооружений; третье – это классифицирование этих объектов по использованию стеновых материалов (бетон, железобетон, силикаты, блоки из известняка, ракушечника) и затем оценка объемов всех этих фрагментов, отбор представительных проб и исследование возможности получения на этом сырье строительных материалов нового поколения. Эта задача как раз решается мною в рамках выполнения кандидатской диссертации на тему «эффективные композиты с использованием сырья разрушенных зданий и сооружений Ирака» сырьевых ресурсах Провинции Аль-Анбар города Эр-Рамади –Ирака.

Подсчет и оценка региона разрушенных зданий и сооружений по этим пунктам позволили мне сделать вывод о том, что основные фрагменты зданий и сооружений у нас состоят из железобетона, кирпича и известняка. Отобраны фрагменты зданий и сооружений, установлен характер разрушений в зависимости от конструктивных форм, т.е. если конструкция железобетонная – разрушение происходит одним образом (рис.1-а), кирпичная – по-другому и т.д. (рис.1-б).



(а)



(б)

Рисунок 1- (а) разрушение железобетонной конструкции,
(б) разрушение кирпичного здания

Предполагается следующая схема утилизации – если здание разрушено не полностью, его можно реконструировать, это один подход, (рис. 2-а). Если здание не подлежит реконструкции, (рис.2-б) то тогда необходимо точечными зарядами взрывчатки взорвать так, чтобы оно сложилось полностью и затем из этих разрушенных фрагментов получить дробление – щебень, разделить их на фракции щебня, затем фракции песка, а пылевидную часть использовать как компонент композиционных вяжущих.



(а)



(б)

Рисунок 2- (а) здание разрушено не полностью,
(б) здание не подлежит реконструкции

И затем в зависимости от характеристик фракций щебня, в том числе прочности, дробимости и т.д. уже проектировать возможные составы бетонных смесей. Если фрагменты зданий и сооружений слабые, то там можно проектировать бетонную смесь класса В15, В20, если более прочные, то В25, В30 и т.д. таким образом классифицировать фрагменты. Затем после классификации и получения композиционных вяжущих получаем бетон на этой основе. Отобраны и изучены пробы, и на фрагментах разрушенных зданий и сооружений получены мною композиционные вяжущие. Теоретической основой развития материаловедения является новое трансдисциплинарное направление геоника (геомиметика) в строительном материаловедении. Исследование геоматериалов (состав, свойства) и их взаимодействие с окружающей средой, изучение реакции горных пород при физических и химических воздействиях [1]. Хотя новые технологии по строительству постоянно совершенствуются, основной целью данной идеи является «зеленое строительство» и оптимизация системы «Человек-материал-среда обитания» [2,3].

Таким образом, предложены теоретические подходы и начата их практическая реализация по эффективному использованию фрагментов зданий и сооружений. Одним из самых актуальных решений этой проблемы в республике Ирак является использование отходов из разрушенных зданий и сооружений в бетонной смеси. Это экономичное и экологичное решение, которое одновременно может улучшить физико-механические свойства бетона.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика) примеры реализации в строительном материаловедении. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. 287 с.
2. Лесовик В.С., Потапов В.В., Алфимова Н.И., Ивашова О.В. Повышение эффективности работы с наномодификаторами / Строительные материалы. 2011. № 12. С. 60-62.
3. Мосьпан А.В. Теплоизоляционно-конструкционный силикатный материал с использованием активных гранулированных заполнителей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Белгород, 2012. 23 с

К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТОВ

Лесовик Р.В., д-р техн. наук, профессор,
Володченко А.А., канд. техн. наук, доцент,
Швецов А.В., магистрант,
Поспелов М.А., магистрант,
Минакова А.В., магистрант,
Гладких Е.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc35a8670.21670175

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос использования отходов промышленности для создания строительных композитов, в частности неавтоклавных силикатных материалов на основе нетрадиционных глинистых пород.

Ключевые слова: Неавтоклавные силикатные материалы, глинистые породы, алюмосиликатное сырье, тепловлажностная обработка.

В настоящее время важной задачей является использование различных отходов горной промышленности для создания строительных материалов различного назначения. Решение этой проблемы позволит улучшить качество строительных материалов, снизить издержки производства, расширить ассортимент, а также решить многие экологические проблемы, связанные с загрязнением территории, близкой к ГОКа.

Горнодобывающие предприятия ежегодно обрабатывают миллиарды тонн различных пород, которые содержат полезные ископаемые. Масса обогащенной руды и изделий из камня в лучшем случае составляет 30-50%, все остальное в виде отходов идет в отвалы. Большая часть горнодобывающих предприятий расположены в промышленных регионах страны. В этих областях обширные районы заняты пахотными землями и другими сельскохозяйственными потребностями, а хранилища и свалки разрушают многие тысячи гектаров плодородных земель. Следовательно, окружающая среда подвергается большому экологическому ущербу, который может быть уменьшен путем комплексной обработки, обеспечивая высокий выход полезных продуктов из природного минерального сырья [1].

Предприятия по производству силикатных материалов имеют возможность использовать нетрадиционное сырье и внедрять энергосберегающие технологии [2-5].

В последнее время большое внимание в научной литературе уделяется изучению вопроса использованию нетрадиционного сырья в промышленности строительных материалов.

Изучение и внедрение эффективных составов строительных материалов нового поколения на основе нетрадиционного сырья должно основываться на изучении физико-химических и технологических процессов твердения [5-7].

Например, теория искусственных строительных конгломератов, И.А. Рыбьева [8], может быть фундаментальной основой для создания энергоэффективных строительных композитов для зеленого строительства [9-11].

С точки зрения разработки технологий получения строительных композитов, интересным представляется вопрос использования нетрадиционных для стройиндустрии глинистых пород, с изучением их влияния на физико-механические свойства строительных материалов, в частности силикатных материалов.

Технология изготовления стеновых строительных материалов с использованием автоклавной технологии, основными компонентами которой являются кварцевый песок и известь, впервые была использована в 1880 году в Германии инженером Михаэлисом. Это предположение послужило основой для развития производства силикатных (известково-песчаных) кирпичей.

Долгое время считалось, что песок, используемый для производства силикатных кирпичей, не должен содержать значительного количества глинистых примесей. Инженер Михаэлис считал, что использование песка с содержанием глины увеличит количество вяжущего.

Грунты и глинистые породы практически всегда можно найти вблизи строящихся строений, поэтому строительство из безобжиговых глиняных материалов является самым прибыльным сырьем, поскольку строительный материал может быть изготовлен непосредственно на площадке где ведется строительство, что исключает дополнительные расходы, связанные с транспортировкой строительных материалов на строительную площадку.

Недостатками строительства из глинистых пород являются эрозия зданий атмосферными и грунтовыми водами, а также разрушение от замораживания увлажненных частей здания.

Процесс эрозии глинистых масс связан с образованием на поверхности глинистых частиц тонких водородных пленок, образующих границу раздела между частицами. Образование водных пленок приводит к увеличению объема массы и к утрате связей между частицами глинистой материи, что, в дальнейшем, приводит к разрушению.

Чтобы уменьшить эрозию и набухание глинистых масс, в них вводятся различные добавки - зола, навоз, торф, известь и т.д, но эти методы не могут обеспечить полную водостойкость.

Многие исследователи работали над поиском более эффективных добавок, которые могут грунтоматериалам повысить водостойкость и прочность в насыщенном состоянии водой. Первые наиболее постоянные исследования были проведены в первой половине XX века.

Для укрепления глинистых масс различными исследователями были испытаны следующие добавки: известь, цемент, различные реагенты (хлористый кальций, растворимое стекло, щелочи, кислоты и многие соли) и т.д.

В работе [12], изучались добавки к глине некоторых средних и кислых солей, щелочей и кислот, П.П. Будников обнаружил, что введение извести в количестве 5-6 % по массе глины, последние становятся несмываемыми. Противоположные данные были получены действием на сформированные образцы из глино-известкового вяжущего паром высокого давления, аналогичным технологией производства известково-песчаных кирпичей [13]. Эти исследования показали, что в зависимости от типа глины, количества и качества вводимой извести, давления и времени пропаривания можно получить ту или иную механическую прочность кирпича.

В.В. Поляков и Л.О. Меленевский [14] также использовали известь для стабилизации глинистых масс из киевских глин. Испытуемые образцы из массы, содержащей 2,5 и 5 мас. % извести не дали положительных результатов. Образцы из той же массы с добавлением 9 мас. % извести в сухом состоянии имели прочность на сжатие от 27 до 49 кг / см², а после насыщения водой - около 5 кг / см². Для увеличения прочности было предложено пропарить высушенные образцы в атмосфере, насыщенной водяным паром, при температуре 80 °С в течение 12 ч. Образцы на пару имели гораздо большую прочность. В сухом состоянии они имели прочность от 23 до 117 кг / см², насыщенные водой - от 10 до 40 кг / см².

Л.О. Меленевский сделал заключение, что при пропаривании глинисто-известковых масс наблюдается какой-то процесс. Различные

по свойствам и происхождению глины дают цементирующее вещество разного качества. Степень связывания извести оказывает значительное влияние на качество глинисто-масляных масс.

М.С. Голомбек и Н. Н. Петин [15], проводящие исследования кинетики упрочнения растворов глинозема, также обнаружили, что глинисто-известняковые растворы могут подвергаться пропариванию.

Эксперименты Н.А. Попова [16] – небольшие добавки (2-5 мас.%) портландцемента к глинистым грунтам приводят к уменьшению прочности образцов в сухом состоянии, не вызывая в тоже время значительного увеличения водостойкости. Увеличение прочности и водостойкости происходит только при добавлении цемента выше 10 мас. %, достаточная водостойкость достигается с добавлением цемента более 15 мас. %.

Таким образом в научно-технической литературе широко описаны проблемы, связанные с использованием различных глинистых пород, для получения строительных материалов. Вопрос касался таких специалистов, как П. А. Ребиндер, М. И. Потапенко, М. Н. Першин, П. П. Будников, М.И. Хигерович, Н. Н. Крупицкий, А. Н. Адамович, В. М. Безрук, П. И. Боженков и др. Тем не менее, не уделялось внимания изучению минерального состава и свойств глинистых пород, в результате чего не было сделано никаких рекомендаций по поиску глинистых отложений определенного генезиса, что в конечном счете не позволило идентифицировать глинистые породы, которые были получены геологическими и космохимическими процессами с высокой свободной внутренней энергией для производства силикатных материалов безавтоклавного твердения.

**Статья подготовлена в рамках Програма развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра Высоких Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.*

Список литературы:

1. Боженков П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология. М.: Изд-во АСВ, 1994. 264 с.
2. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // В сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно-технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. С. 17-21.

3. Лесовик В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 1994. № 7-8. С. 96-100.
4. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. № 1 (100). С. 9-16.
5. Володченко А.А., Лесовик В.С., Чхин С. Повышение эксплуатационных характеристик стеновых материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 29–34.
6. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные автоклавные материалы с использованием нанодисперсного сырья // Строительные материалы. 2008. № 11. С. 42-44.
7. Лесовик В.С., Строкова В.В., Володченко А.А. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 1. С. 13–17.
8. Рыбьев И.А. Строительные материалы на основе вяжущих веществ (Искусственные строительные конгломераты). М.: Высшая школа, 1978. 310 с.
9. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные материалы автоклавного твердения на основе алюмосиликатного сырья как фактор оптимизации системы «человек - материал - среда обитания» // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2014. № 3. С. 27-33.
10. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсосодержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 4 (640). С. 3-11.
11. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials / IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064.
12. Будников, П.П. К вопросу получения сырьевых, неразмываемых водой глин // Сборник экспериментальных работ по исследованию глин: Труды Государственного Экспериментального Института Силикатов. М., 1927. Вып. 21. С. 97–106.
13. Будников П.П. О получении глинисто-известкового кирпича // Строительная промышленность. М., 1928. № 11–12. С 773–774.
14. Поляков В.В., Меленевский Л.О. Кальцинирование глин // Строительные материалы. М., 1932. № 12. С. 79–81.
15. Голомбик, М.С., Петин Н.Н. Кинетика твердения глиняно-известковых растворов // Ученые записки МГУ, 1934. Вып. 2. С. 205–207.
16. Попов Н.А. Грунтматериалы в строительстве зданий. М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1944.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОМПОЗИТОВ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ ВОЗДУШНО - КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Лисейцев Ю.Л., подполковник запаса

Дальневосточный федеральный университет

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc36612c0.62331527

Аннотация. Классифицированы объекты воздушно-космической отрасли, выявлены основные воздействия на них. Рассмотрены аспекты проектирования сооружений данного типа.

Ключевые слова: шахтная пусковая установка, взлетно-посадочная полоса, космодром.

К объектам воздушно-космической отрасли относятся космодромы, взлетно-посадочные полосы, шахтные пусковые установки и т.д.

Шахтные пусковые установки (ШПУ), возводятся в подземных камерах (рис. 1). Соответственно, к воздействиям на ШПУ относятся давление грунта, а также действие отработанных газов взлетающей ракеты.



Рисунок 1 – Шахтная пусковая установка

На бетонные конструкции космодромов (рис. 2) влияют разлив ракетного топлива, высокие температуры отработанных газов при старте ракет.

На взлетно-посадочные полосы (ВПП) (рис. 3) действует

повышенное давление шасси взлетающих и приземляющихся летательных аппаратов, а также химическое разрушение в результате разлива авиационного топлива. Бетон для взлетно-посадочных полос должен отличаться от обычного бетона высоким качеством, повышенной жесткостью и ударной прочностью.

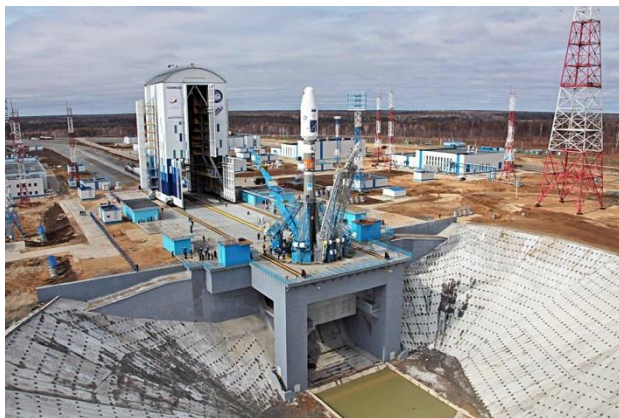


Рисунок 2 – Стартовая площадка космодрома «Восточный»



Рисунок 3 – Взлетно-посадочная полоса

Повышением прочности и износостойкости сооружений различного назначения занимались ведущие научные школы В.А. Graybeal [1], D.-Y. Yoo [2], В.С. Лесовика [3-4] и др. Доказано, что

создание высокоплотных и высокопрочных композитов возможно только за счет синергетического воздействия органических и минеральных добавок, а также за счет управления структурообразованием на нано-, микро- и макроуровнях.

Специальные бетоны для эксплуатации в условиях воздействия высоких температур и огня исследованы Т.В. Загоруйко [5], Т.А. Хежевым [6], А. Рикошинским [7], В. Страховым [8]. Доказано, в частности, что хороший потенциал огнестойкости и жаропрочности имеют геополимерные бетоны.

Опыт эксплуатации зарубежных и отечественных ракетно-космических комплексов показывает, что, несмотря на проведение широкого круга работ по повышению надежности всех систем стартового комплекса (СК), при подготовке и запуске ракет-носителей (РН) могут возникать аварийные ситуации, приводящие в ряде случаев к проливам и возгоранию компонентов ракетного топлива (КРТ). В бетоне и на арматуре железобетонных конструкций, не имеющих специальной (первичной и вторичной) защиты от коррозии, при контакте с агрессивной средой в виде компонентов топлива и окислителя развиваются процессы коррозии, снижающие долговечность материалов и сроки эксплуатации специальных сооружений. Так, в соответствии с требованиями [9-10] керосин марки ТС-1 по отношению к бетонам марки по водонепроницаемости W4, W6 является слабоагрессивной жидкой органической средой. Установлено, что под действием химически активных веществ (легкие углеводороды: керосин, бензин) свойства материала изменяются неравномерно по объему образца [10]. Известно, что скорость проникновения керосина в структуру бетона зависит от его пористости, непроницаемости и влажности. С увеличением влажности увеличивается количество пор и капилляров бетона, заполненных жидкой фазой, поэтому проникновение затруднено [11]. Установлено [10], что легкие нефтепродукты (бензин и керосин) в течение трех-пяти лет воздействия снижают на 10-15 % первоначальную прочность бетона.

Количественный анализ пористости высокопрочных бетонов с золясодержащими добавками проведен в [12-13]. Было выявлено, что комбинацией различных способов определения пористости можно получить лишь приблизительные данные по величине различного вида пор, газопроницаемости, распределению пор по размерам. Эти методы не позволяют определить форму и локализацию пор, при этом из анализа практически выпадают закрытые поры. Намного эффективнее оказалось использование сканирования микроструктуры световым или

электронным лучом. При этом методе фиксируются моменты изменения импульсов при переходах сканирующего луча с площади одной фазы на другую, отличающуюся от нее яркостью окраски. При этом на определенном отрезке пути сканирующего луча регистрируют число импульсов и их интенсивность. Это позволяет определять все важные параметры пространственного строения: структурный (фазовый) состав материала, удельную поверхность раздела фаз (дисперсность структуры), количество микрочастиц в объеме и их распределение по размерам.

Для ВПП аэропорта г. Цюрих Швейцария и ВПП аэропорта г. Вена Австрия применялась композитная арматура [14-16].

Таким образом, для сооружений воздушно-космической отрасли необходимо применение конструкционных материалов, характеризующихся следующими улучшенными свойствами: статической и динамической прочностью, жаропрочностью, износостойкостью, коррозионной стойкостью.

Список литературы:

1. Graybeal B. Structural Behavior of Ultra-High Performance Concrete Prestressed IGirders, FHWA, U.S. Department of Transportation, Report No. FHWA-HRT-06-115, 2006.
2. Yoo D.-Y., Banthia N. Mechanical properties of ultra-high-performance fiber-reinforced concrete: A review. Cement and Concrete Composites. Vol. 73, 2016, Pp. 267-280.
3. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении: монография. 2-е изд., доп. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 287 с.
4. Лесовик В.С. Строительные материалы. Настоящее и будущее // Вестник МГСУ. 2017. № 1. С. 9-16.
5. Загоруйко Т.В. К вопросу о термостойкости и огнестойкости строительных материалов: материалы IV международной научно-практической конференции. Воронеж, 2009. С. 85-87.
6. Хежев Т.А. Технология армоцементных конструкций высокой огнестойкости с теплозащитным слоем из эффективного легкого бетона: автореф. дис. ... доктора техн. наук : 05.23.05 / Рост. гос. строит. ун-т Ростов-на-Дону, 2007. 39 с.
7. Рикошинский А. Огнестойкость материалов и конструкций для строительства складских комплексов // Склад и Техника. 2006. №9 [Электронный ресурс]. URL: http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/2006_09_A_2007_02_02-18_31_06/.

8. Страхов В.Л., Гаращенко А.Н. Огнезащита строительных конструкций: современные средства и методы оптимального проектирования // Строительные материалы. 2002. №6. С. 2-5.
9. ГОСТ 31384-2008. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общетеchnические требования. М.: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2009.
10. РД 03-420-01. Инструкция по техническому обследованию железобетонных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. М.: НПК Изотермик, 2002.
11. Мандрица Д.П. Исследование деформативности и трещиностойкости железобетонных изгибаемых конструкций при агрессивном воздействии компонентов топлива // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Вып. 648 – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2015. – С. 161-165.
12. Старчуков Д.С., Козин П.А., Смирнов А.А. Количественный анализ пористости высокопрочных бетонов с зольсодержащими добавками // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. Вып. 642 – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2014. С. 165-172.
13. Старчуков Д.С., Козин П.А., Шмаков Р.Б. Планирование эксперимента и выбор состава бетонов с зольсодержащими добавками при помощи методов регрессионного анализа // Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2013. Вып. 639. С. 55–67.
14. Уманский А.М. Совершенствование методов расчета конструкций морских гидротехнических сооружений из композитбетона с использованием базальтопластиковой арматуры. автореф. дисс. ... к.т.н. 05.23.07. – Владивосток, 2017. - 22 с.
15. Fediuk R.S. Mechanical activation of construction binder materials by various mills // В сборнике: Materials treatment: current problems and solutions. National Research Tomsk Polytechnic University. 2016. С. 12019.
16. Fedyuk R.S., Smolyakov A.K., Timokhin R.A. Development of composite binder for hydraulic structures, operating in Arctic conditions // В сборнике: Папанинские чтения Статьи участников международной молодежной научной конференции. 2017. С. 284-293.

БЕТОН С АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ

Лукутцова Н.П., д-р. техн. наук, профессор,
Золотухина Н.В., инженер,
Мастеров Д.А., магистрант,
Артамонов П.А. студент

Брянский государственный

инженерно-технологический университет

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc372f315.21396420

Аннотация. Представлены результаты исследований активной минеральной добавки опал-кристобалит-тридимитового состава на прочность бетона. Изучен ее химический и минеральный состав. Методом трехфакторного планирования эксперимента установлены зависимости прочности бетона от содержания его компонентов через 7 и 28 суток твердения

Ключевые слова: бетон, добавка, время твердения, прочность, планирование эксперимента

Поиск эффективных технологических решений неразрывно связан с использованием новых сырьевых материалов и добавок, регулирующих структуру и свойства бетонной смеси и бетона [1-3]. Это микромодификаторы и нанодобавки [4-6] на основе: шунгита [7-12], метакаолина [13,14], диоксида титана [15-17]; биосилифицированных нанотрубок [18]; микронаполнителей [19]; галлуазитовых нанотрубок [20] и другого экологически безопасного природного и техногенного сырья [21-25].

Большой научно-практический интерес представляют такие породы, как опока, трепел, диатомиты, запасы которых в России колоссальны, но востребованы мало.

Характерной особенностью кремнистых пород, к которым относится трепел, является, с одной стороны, наличие аморфно активного кремнезема, а с другой – их тонкопористая структура.

Трепел месторождения Гришина Слобода Брянской области является перспективной, но малоизученной осадочной горной породой.

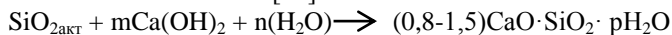
С целью использования трепела месторождения Гришина Слобода, как минеральной добавки бетонной смеси, было изучено его влияния на прочность бетона в различные сроки твердения методом трехфакторного планирования эксперимента.

В качестве компонентов для приготовления бетонной смеси применялись следующие сырьевые материалы.

Бездобавочный нормально твердеющий портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Н (АО «Мальцовский портландцемент», Брянская обл.); гранитный щебень фракции 5-20 мм (ООО «СтройТехПрогресс», Брянская область); карьерный песок с модулем крупности 1,14 (Полпинское месторождение, Брянский р-н).

Исследование химического и минералогического состава трепела выполнялось с помощью сканирующего электронного микроскопа TESCAN MIRA 3 LMU, а размеров частиц - на лазерном анализаторе Analysette 22 NanoTecplus.

Известно, что пуццолановый эффект действия тонкодисперсных добавок в бетонах проявляется в химическом взаимодействии активного кремнезема с известью по схеме [26]:

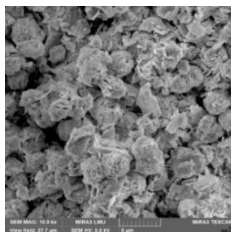


Исследование химического и минералогического состава трепела показало, что к основным его элементам относятся: кислород (52,96), кремний (33,29%) и алюминий (3,28%), железо (2,06%), с примесями магния (0,79%), калия (0,75%), титана (0,15%), хрома (0,03%) и др.

Анализом микроструктуры трепела установлено, что данная осадочная порода имеет ярко выраженный матричный характер структуры глобулярного типа (рис. 1). Это обусловлено минералогическим составом породы: опал-кристобалит-тридимитовая фаза (52-54%), смектит (10-15%), мусковит (11-15%), минералы из группы полевых шпатов (3-6%), кальцит (1-2%), сидерит (менее 1%).

Методом лазерной granulometriи определен зерновой состав трепела, который представлен частицами размерами от 0,1 до 200 мкм.

а



б

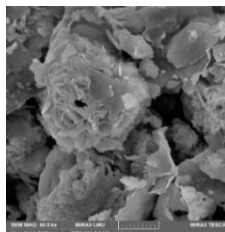


Рисунок 1 – Морфология частиц трепела
а – увеличение x10000; б- увеличение x50000

Для получения зависимостей прочности бетона в различные сроки твердения от содержания цемента ($\text{Ц}=\text{x}_1$), песка ($\text{П}=\text{x}_2$) и трепела ($\text{Тр}=\text{x}_3$) было выполнено трехфакторное планирование эксперимента с

обработкой результатов и построением номограмм с помощью компьютерных программ UROFRY и SigmaPlot для песка с $M_k=1,14$. Такой песок, относится к очень мелким и был выбран, как наиболее распространенный заполнитель в Брянской области.

Зависимость прочности при сжатии бетона с добавкой трепела от выбранных влияющих факторов описывается следующими полученными уравнениями регрессии:

через 7 суток твердения:

$$\bar{y}_1 = 21,409 + 4,87x_1 - 1,346x_2 - 0,758x_3 - 0,688x_1^2 - 1,096x_2^2 - 3,178x_3^2 + 0,159x_1x_2 - 1,074x_1x_3 - 2,654x_2x_3,$$

через 28 суток твердения:

$$\bar{y}_2 = 30,940 + 2,036x_1 - 5,223x_2 - 0,323x_3 - 4,302x_1^2 - 2,661x_2^2 - 4,233x_3^2 + 1,040x_1x_2 - 2,012x_1x_3 + 1,202x_2x_3,$$

Анализ уравнений регрессии и полученных номограмм показывает, что увеличение содержания трепела в составе бетона при постоянном расходе цемента носит экстремальный характер, как в ранние, так и поздние сроки твердения (рис.2). Максимальная прочность бетона достигается при содержании добавки до 10%.

Повышенiedoли песка в бетонной смеси приводит к снижению прочности бетона, что связано с увеличением расхода воды на смачивание мелкого заполнителя (рис. 3).

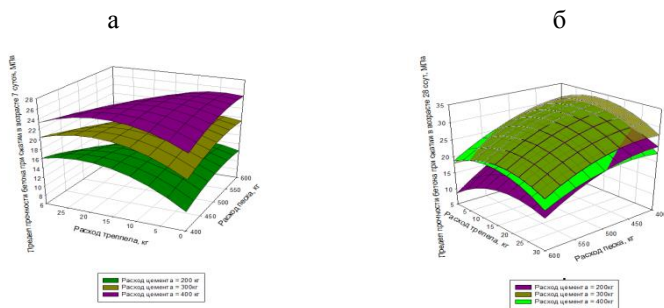


Рисунок 2 – Номограммы прочности бетона с добавкой трепела при сжатии в возрасте 7 суток (а) и 28 суток твердения (б) при фиксированном содержании цемента

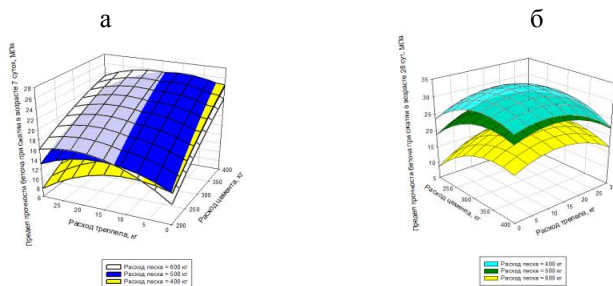


Рисунок 3 – Номограммы прочности бетона с добавкой трепела при сжатии в возрасте 7 (а) и 28 (б) суток при фиксированном содержании песка

Таким образом, установлена возможность использования трепела месторождения Гришина Слобода Брянской области в качестве активной минеральной добавки при ее содержании в бетоне до 10%.

Методом трехфакторного планирования эксперимента получены зависимости прочности тяжелого бетона через 7 и 28 суток твердения от содержания его компонентов, что позволяет прогнозировать ее значения при варьировании состава бетонной смеси.

Список литературы:

1. Баженов Ю.М., Лукутцова Н.П., Матвеева Е.Г. Исследование наномодифицированного мелкозернистого бетона // Вестник МГСУ. 2010. № 4-2. С. 415-4202.
2. Lukutsova N. Water films (nanofilms) in cement concrete deformations // IJAER. 2015. Т. 10. № 15. С. 35120-35124.
3. Лукутцова Н.П. Наномодифицированные композиционные строительные материалы // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах. Матер. 4-й междунар. научно-практич. конф. посв. 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 94-100.
4. Energy efficient technologies of production and use non-autoclaved aerated concrete / Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Kondrashev K.R. and etc.// IJAER. 2015. Т. 10. № 5. С. 12399-12406.
5. Лукутцова Н.П., Кудеш И.А., Антоненкова О.Е. и др. Кинетические модели для оценки агрегативно-седиментационной устойчивости высокодисперсных добавок к бетону и раствору // Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 130-136.

6. Suleymanova L.A., Kara K.A., Suleymanov K.A. and etc. The topology of the dispersed phase in gas concrete // MiddleEastJournalofScientificResearch. 2013. Т. 18. № 10. С. 1492-1498.
7. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Дегтерев Е.В. и др. Анализ влияния параметров ультразвукового диспергирования на размер, устойчивость, морфологию и состав частиц наномодификатора для бетона на основе шунгита // Строительствоиреконструкция. 2013. № 5 (49). С. 62-72.
8. Environmentally safe schungite-based nano-dispersion additive to concrete/ Lukutsova N., Kolomatskiy A., Pykin A. and etc. // International Journal of Applied Engineering Research. 2014. Т. 9. № 22. С. 15801.
9. Евельсон Л.И., Лукутцова Н.П., Николаенко А.Н. и др. Некоторые практические аспекты фрактального моделирования структур наноконпозиционного материала // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 24-27.
10. Пыкин А.А., Лукутцова Н.П., Калугин А.А. и др. Влияние органоминеральных наномодификаторов на основе шунгита на структуру и прочность керамического камня // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 1. С. 50–55.
11. Пыкин А.А., Лукутцова Н.П., Костюченко Г.В. К вопросу о повышении свойств мелкозернистого бетона микро- и нанодисперсными добавками на основе шунгита // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 16–20.
12. Lukutsova N.P., Pykin A.A. Stability of nanodisperse additives based on metakaolin // Glass and Ceramics. 2015. № 11-12. С. 383-386.
13. Кулеш И.А., Антоненкова О.Е., Лукутцова Н.П. и др. Оценка агрегативно-седиментационной устойчивости высокодисперсных добавок для бетона и раствора // Эффективные строительные композиты. Научно-практич. конф. к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, докт. техн. наук Баженова Ю. М. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 312-321.
14. Оптимизация составов органоминеральных добавок на основе метакаолина для цементных бетонов /Пыкин А.А., Лукутцова Н.П., Александрова М.Н. и др. // Научные технологии и инновации. БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 307-311.
15. Самоочищающиеся покрытия на основе нанодисперсного диоксида титана // Эффективные строительные композиты. Научно-практическая конференция к 85-летию докт. техн. наук Баженова Ю. М. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 523-530.
16. Лукутцова Н.П., Постникова О.А., Пыкин А.А. и др. Эффективность применения нанодисперсного диоксида титана в фотокатализе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 54–57.

17. Лукутцова Н.П., Постникова О.А., Соболева Г.Н. и др. Фотокаталитическое покрытие на основе добавки нанодисперсного диоксида титана // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 5-8.
18. Лукутцова Н.П., Устинов А.Г. Мелкозернистый бетон, модифицированный нанодисперсной добавкой биосилифицированных нанотрубок // Эффективные строительные композиты. Научно-практич.конфер. к 85-летию докт. техн. наук Баженова Ю. М. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 396-400.
19. Лукутцова Н.П., Карпиков Е.Г., Пинчукова И.Н. и др. Бетон с микронаполнителем на основе волластонита // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Междунар. научн. конф. М., 2015. С. 499-504.
20. Лукутцова Н.П., Головин С.Н. Агрегативная устойчивость водных суспензий галлуазитовых нанотрубок // Строительные материалы. 2018. № 1-2. С. 4-10.
21. Лукутцова Н.П., Кожухар В.М. Эколого-экономическая оценка сырьевой базы промышленности строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 8 (548). С. 70-75.
22. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Головин С.Н. и др. Экологическая безопасность наномодифицирующих добавок для строительных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 16–20.
23. Ахременко С.А., Лукутцова Н.П. Снижение радиоактивности сырья и строительных материалов // Известия ОГТУ. Строительство и транспорт. 2008. № 2-18. С. 56-60.
24. Горностаева Е.Ю., Лукутцова Н.П. Получение древесно-цементных композиций с улучшенными физико-техническими показателями // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 44–46.
25. Повышение экологической безопасности декоративного мелкозернистого бетона на основе использования техногенного глауконитового песка // Лукутцова Н.П., Постникова О.А., Николаенко А.Н. и др. // Строительство и реконструкция. 2014. № 1 (51). С. 79-84.
26. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и растворы. Ростов- н/Д.: Феникс, 2005- 211 с.

АНАЛИЗ МЕСТНОЙ СЫРЬЕВОЙ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ БАЗЫ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ДЛЯ БЕТОНОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

**Муртазаев С-А.Ю., д-р техн. наук, профессор,
Алиев С.А., канд. техн. наук, доцент,
Аласханов А.Х., канд. техн. наук,
Хамидов М.А., ст. преподаватель,
Муртазаева Т.С-А., аспирант,**

*Грозненский государственный нефтяной
технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc3839f80.92608387*

Аннотация. В работе приводится анализ местной сырьевой природной и техногенной базы Чеченской Республики для бетонов и строительных растворов. Рассмотрены вопросы ресурсо- и энергосбережения при производстве строительных материалов, предусматривающих использование местных дешевых материалов, в том числе и из техногенного сырья. Поскольку для получения высококачественных, прочных и надежных строительных материалов следует подбирать и тщательно анализировать исходные компоненты с точки зрения рентабельности и ресурсосбережения сырья. Таким образом, рассматривается вопрос использования в технологии бетона и строительного раствора местного природного и техногенного сырья вместо дорогостоящих привозных материалов.

Ключевые слова: местное сырье, природное сырье, техногенные отходы, бетон, строительный раствор, ресурсосбережение, энергосбережение.

В современных условиях вопросу использования местного природного и техногенного сырья в технологии бетона и строительного раствора уделяют больше внимания в связи с возрастанием интереса и актуальности развития ресурсо- и энергосберегающих технологий [1,2].

Вторичное использование местного техногенного сырья, загрязняющего окружающую среду и занимающую огромные территории по всей стране, позволяет решать ряд технологических, экологических и экономических вопросов [3-5]. Практически в каждом регионе нашей страны имеются отвалы техногенного сырья различной природы – отходы деревообрабатывающей промышленности, золошлаковые смеси, отходы строительства, разборки зданий и сооружений и др. [6-9].

Чеченская Республика необычайно богата самыми разнообразными запасами природного сырья, необходимыми для эффективного развития строительной индустрии в регионе. В горных районах имеются большие залежи сырья для производства цемента (мергели, природный гипс и др.), который с советских времен используется в местном производстве портландцемента марки М500 Д0 ГУП «Чеченцемент» [10-12].

Обнаружены также месторождения доломитов, известняков, известняка-ракушечника, стекольных и строительных средних, мелких и очень мелких песков, гипсов и песчаников.

С русла р. Ахк и р. Хулхулау (Веденский район), р. Аргун (Грозненский район) открытым способом добывают песчано-гравийные смеси (ПГС) для получения из нее щебня из гравия, чистого гравия и песка.

Помимо природного сырья в Чеченской Республике имеются отвалы вторичных ресурсов. Это в первую очередь отходы разборки зданий и сооружений [13-18], не пригодных для восстановления после военных действий в 90-е и в начале 2000-х гг. (рисунок 1), которые в основном представляют собой бетонный, железобетонный лом и керамический кирпичный бой (ККБ). Процент указанного сырья от общего объема отходов строительства, как правило, составляет 60 % и более.

Также в Чеченской Республике в результате многолетней деятельности Грозненских ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3, работавшие на твердом топливе, образованы многотоннажные отходы в виде золошлаковых смесей (ЗШС) (рисунок 2), отвалы которых в Заводском районе г. Грозный местами достигают 5-10 метров [12,19-21].

Золошлаковые отходы Грозненских ТЭЦ по своему химическому составу представлены в основном $\text{SiO}_2 = 55,36 \%$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,31 \%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,01 \%$ и $\text{CaO} = 12,62 \%$. Потери при прокаливании (п.п.п.) у них довольно высокий (более 9 % по массе) из-за различных органических засоряющих включений в составе ЗШС. Химический состав ЗШС представлен в таблице 1.

Золошлаковые смеси могут с успехом быть эффективно использованы в мелкозернистых и обычных бетонах, строительных растворах и как отечественный, так и мировой опыт их применения в строительстве это подтверждает [23].



Рисунок 1 – Строительные отходы разборки зданий и сооружений:
а – жилые дома в центре г. Грозный, подлежащие к сносу;
б – промышленные объекты (Грозненские ТЭЦ и др.)

Чеченская Республика также необычайно богата мелкими кварцевыми песками Толстой-Юртовского, Веденского, Дачу-Барзоевского и Беноевского месторождений с модулем крупности $M_k = 0,7-1,3$, которые согласно ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» относятся классу очень мелких и тонких песков.



Рисунок 2 – Общий вид золошлаковых отходов в отвалах (а) и после их обработки (б) в лабораторных условиях

Таблица 1 – Химические составы продуктов дробления техногенного и некондиционного сырья для их использования в качестве минерального наполнителя (МН) для бетона

Химический состав	Вид сырья, из которого образован МН			
	Бетонный лом	ККБ	ЗШС	Кварцевые пески
SiO ₂	52,80	53,68	55,36	78,46
Al ₂ O ₃	5,03	15,28	10,31	6,82
Fe ₂ O ₃	3,33	7,88	5,01	1,94
TiO ₂	0,31	1,65	0,32	0,10
MgO	1,22	1,79	1,44	2,20
CaO	34,52	10,81	12,62	3,92
K ₂ O	1,31	2,60	1,49	-
Na ₂ O	0,51	1,31	1,72	-
SO ₃	0,59	2,52	0,76	0,97
п.п.п.	0,11	0,08	9,12	1,22
Др. неорган. компоненты	0,27	2,36	1,85	4,37

В виду своей мелкой дисперсности очень мелкие и тонкие пески в настоящее время практически не используются в строительстве и

относятся к категории некондиционного природного сырья. Однако, анализ научных публикаций [24,25] показывает, что данное некондиционное сырье в виде очень мелких и тонких песков после механической и механохимической обработки можно использовать в композиционных вяжущих, в штукатурных смесях и т.д. Данное сырье нами исследовано на предмет его использования в качестве минерального наполнителя в бетонных и растворных смесях. Средний химический состав данных песков представлен в таблице 1.

Таким образом, республика располагает необходимыми природными и техногенными ресурсами, при рациональном использовании которых с внедрением передовых инноваций в области бетоноведения можно производить конкурентоспособную продукцию, не уступающую зарубежным аналогам, обеспечивающим в регионе новое строительство эффективными композиционно-строительными материалами.

Список литературы:

1. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2008. 350 с.
2. Баженов Ю.М., Батаев Д.К.-С., Мажиев Х.Н. Мелкозернистые бетоны из вторичного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений: научное издание. Грозный: ИП «Султанбегова Х.С.», 2011. -342 с.
3. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Дондуков В.Г. Цементы и добавки для производства высокопрочных бетонов // Строительные материалы. 2017. № 11. С. 4-10.
4. Батаев Д.К.-С., Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С.-А. и др. Рецептуры высокопрочных бетонов на техногенном и природном сырье // Актуальные проблемы современной строительной науки и образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию строительного факультета ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», 12-13 октября 2017 г. –Грозный: Бисултанова П.Ш., 2017. С.109-117.
5. Kuprina A.A., Lesovik V.S., Zagorodnyk L.H., Elistratkin M.Y. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. Issue 11. Pp. 816-819.
6. Каприелов С.С., Булгакова Н.Г. Высокопрочный пневмобетон с добавкой микрокремнезема для защитных покрытий // Бетон и железобетон. 1993. №5. С. 7-8.
7. Лесовик В.С., Муртазаев С.-А.Ю., Сайдумов М.С. Строительные композиты на основе отсеков дробления бетонного лома и горных пород : научное издание. Грозный: МУП «Типография», 2012. 192 с.

8. Афонина М.И. Козырева Е.В. Особенности строительства спортивных сооружений на территориях бывших промышленных зон // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2017. С. 390-392.
9. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.N., Aleksandrova, K.A. The control of building composite structure formation through the use of multifunctional modifiers // Research Journal of Applied Sciences 2016. 10(12). С.931-936
10. Саламанова М.Ш., Мургазаев С-А.Ю., Батаев У.В. Состояние и перспективы производства цемента в Чеченской Республике // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2014. № 1 (22). С.109-114.
11. Щербань Е.М., Стельмах С.А., Халюшев А.К. и др. Разработка состава пуццоланового цемента на вулканическом туфе // В сборнике: Строительство. Архитектура. Экономика. Материалы Международного форума "Победный май 1945 года": сборник статей. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Профсоюз работников народного образования и науки Российской Федерации. 2018. С. 110-113.
12. Мургазаев С-А.Ю. Батаев Д.К.-С., Исмаилова З.Х. [и др.]. Мелкозернистые бетоны на основе наполнителей из вторичного сырья: научное издание. М.: «Комтехпринт», 2009. 142 с.
13. Лермит Р. Проблемы технологии бетона. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 296 с.
14. Баженов Ю.М. Технология бетона учеб. пособие для технолог. специальностей строит. вузов. 3-е изд. М.: АСВ, 2011. 500 с.
15. Удодов, С.А. Повторное введение пластификатора как инструмент управления подвижностью бетонной смеси // Сборник научных трудов Кубанского государственного технологического университета. 2015. №9. С. 175-185.
16. Mintshev M.Sh., Bataev D. K.-S., Mazhiev K. Kh., Mazhiev Adam Kh., Mazhieva A. Kh., Mazhiev Aslan Kh., Mazhiev M.Kh. Prospects for Using 3D-Printing Technologies in Construction of Buildings in Seismic Areas. Advances in Engineering Research, volume 177, International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). PP. 311-315.
17. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Сердюков К.В. [и др.] Влияние некоторых характеристик применяемого крупного заполнителя на свойства тяжелого бетона, предназначенного для изготовления центрифугированных изделий и конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 15–20.

18. Корянова, Ю.И., Резанцев, Н.Е., Шумилова, А.С. Материалы и конструкции, используемые при строительстве высотных зданий - от традиций к новшествам // Аллея науки. 2018. Т.6. № 4 (20). С.95-99.
19. Солдатов А.А., Галыч А.В., Сариев И.В [и др.] Опыт использование силиката натрия в качестве вяжущего вещества в производстве строительных материалов // В сборнике: Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техноферной безопасности. Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета. Н.И. Стоянов (ответственный редактор). 2016. С. 186-188.
20. Усов Б.А. Физико-химические процессы строительного материаловедения в технологии бетона и железобетона: учеб. пособие для студентов по специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». М.: Издательство МГОУ, 2009. -326 с.
21. Salamanova, M.Sh. Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components / Murtazaev S.A.Yu., Salamanova M.Sh. // В сборнике: ibausil conference proceedings. -2018. -С. 707-714.
22. Self-Consolidating Concretes with Materials of the Chechen Republic and Neighboring Regions / Madina Salamanova, Magomed Khubaev, Magomed Saidumov, Tamara Murtazayeva // International journal of environmental & science education. 2017. Vol.11. №18. Pp.12719-12724.
23. Баженов Ю.М., Фаликман В.Р. Новый век: новые эффективные бетоны и технологии // Строй-Инфо. 2007. № 1-2. С. 289-290.
24. Алиев С.А., Гайрабеков И.Г., Хаджиев М.Р. и др. Бетонные композиты с использованием некондиционного сырья для условий сухого жаркого климата // Инновационные технологии в производстве, науке и образовании: сб. науч. тр. II Междунар. науч.-прак. конф., 19-21 октябрь 2012 г. Грозный, 2012. Т.2. С.231-235.
25. Успанова А.С. Муртазев С-А.Ю., Исмаилова З.Х. [и др.] Некондиционные мелкие пески Чеченской Республики для производства строительных штукатурных растворов // Инновационные технологии в производстве, науке и образовании: сб. науч. тр. II Междунар. науч.-прак. конф., 19-21 октябрь 2012 г. - Грозный, 2012. Т.2. -С.240-245.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Муртазаев С-А.Ю., д-р техн. наук, профессор,
Сайдумов М.С., канд. техн. наук, доцент,
Муртазаева Т.С-А., аспирант

*Грозненский государственный нефтяной
технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc3920f65.65892749*

Аннотация. В работе представлен сравнительный анализ пластифицирующих добавок. Получена зависимость осадки стандартного конуса, характеризующего удобоукладываемость бетонной смеси, от расхода применяемого пластификатора. Представлены качественные показатели применяемых добавок.

Ключевые слова: добавки в бетон, суперпластификаторы, бетонные смеси, пластифицирующий эффект.

Реология, как абсолютно новое направление в механике, изучает законы поведения влажных систем под внешней нагрузкой, не относящихся ни к жидкостям, ни к твёрдым телам. К подобным материалам, собственно, и относится бетонная смесь, представляющая, по сути, упруго-вязкую среду [1-3].

Реологические показатели бетонных смесей можно эффективно управлять путем использования современных химических добавок для бетона [4, 5]. В первую очередь это пластифицирующие добавки. В настоящее время на строительном рынке представлен широкий ассортимент химических добавок – начиная с простых пластификаторов, дозируемых в количестве 2-3 % от массы цемента, и заканчивая высокоэффективными супер и гиперпластификаторами нового поколения, дозируемых небольшими пропорциями – 0,1-0,3 % от массы вяжущего [6-9].

В последние годы на Северном Кавказе процент использования бетонов и строительных растворов с пластифицирующими добавками на строительных площадках, а также на растворо- и бетоносмесительных узлах, значительно возрос [10-15]. Строители и производители товарной монолитной бетонной и растворной смеси начинают понимать, что повышенное содержание воды в бездобавочных бетонных смесях, которое добавляется в смесь для повышения ее удобоукладываемости, может ухудшить свойства будущего бетона путем вымывания цементных зерен при

водоотделении и утечки жидкой фазы, с одной стороны, образования пор и пустот в цементном камне, что заметно снижает плотность и прочность бетона, с другой [16-18].

Как известно из литературных данных [1, 3, 11], для гидратации цемента достаточно около 25-30 % от воды затворения, который мы добавляем в бетон. Остальная часть воды (около 70-75 %) – это чисто механическая вода, которая обеспечивает удобоукладываемость смеси. Именно механическая вода, испаряясь в процессе твердения бетона, оставляет в бетоне поры, пустоты и капилляры, снижающие прочность бетона. К тому же это может способствовать к проявлению усадки бетона. Также нарушается эстетика поверхности такого бетона [19-21].

Применение пластифицирующих добавок позволяют нам значительно уменьшить количество именно «механической» воды затворения (20-30 % в зависимости от эффективности добавки), и при этом получать удобоукладываемые бетонные смеси.

Для регулирования процессов структурообразования бетонных смесей и физико-механических свойств бетона в работе применялись различные химические добавки.

В соответствии с ГОСТ 24211-2008 использовались добавки следующих производителей строительной химии:

1. Компания «ПОЛИПЛАСТ» – суперпластификатор «Линамикс ПК» на основе полиоксиэтиленовых производных полиметакриловой кислоты (таблица 1);

2. Компания «MC-Vauchemie» – гиперпластификатор «MC-PowerFlow» на основе новейшей технологии эфиров поликарбоксилатов MC (таблица 2);

3. Компания «Sika» – суперпластификатор «Sika ViscoCrete 5-600 SK» на основе поликарбоксилатных эфиров, удовлетворяющий требованиям ТУ № 2493-005-13613997-2008 (таблица 3).

Таблица 1 - Техническое описание добавок «Линамикс ПК»

Показатель	Значение показателя
Вид добавки	суперпластификатор с эффектом замедлителя
Сырьевая основа	полиоксиэтиленовых производных полиметакриловой кислоты
Форма поставки	Жидкость
Цвет	коричневый
Плотность, г/см ³	1,03-1,08
pH – показатель, ед. не менее	8,0±1
Температура хранения	От +5°C до + 35 °C
Дозировка, % от массы цемента	0,3-2,5

Таблица 2 – Техническое описание добавки «MC-PowerFlow»

Показатель	Значение показателя
Основа добавки	Поликарбоксилат
Цвет добавки	Жидкость коричневого цвета
Плотность, г/см ³	1,3-1,09
Показатель кислотности рН, ед. не менее	6,5
Условия хранения	От +5°С до + 35 °С
Дозировка, % от массы цемента	0,2-5,0

Таблица 3 – Техническое описание добавки «Sika ViscoCrete 5-600 SK»

Показатель	Значение показателя
Основа добавки	Водные композиции модифицированных поликарбоксилатных эфиров
Цвет добавки	Мутная жидкость с оттенком желтого цвета
Плотность, г/см ³	1,055-1,085
Показатель кислотности рН, ед. не менее	4-6
Условия хранения	От +5°С до + 35 °С
Дозировка, % от массы цемента	0,4-1,8

В технологии производства наполненных вяжущих и бетонов широко применяют комплексную полифункциональную добавку «Д-5», удовлетворяющую требованиям ГОСТ 24211-2008, выпускаемую ООО «ТОКАР» (г. Владикавказ) в виде сухого порошка.

Рекомендуемая дозировка добавки Д-5 – 2-3% от массы цемента.

Добавка Д-5 отлично зарекомендовала себя при возведении бетонных и железобетонных конструкций, контактирующих с водой. Ее используют при сооружении фундаментов, тоннелей, мостов, свай, подземных частей зданий, гидротехнических объектов, резервуаров, пирсов, речных и морских портов. При этом никакая дополнительная гидроизоляция не применяется.

Добавку Д-5 применяют при строительстве ответственных конструкций – высотных многоэтажных зданий, телевизионных башен, дымовых труб, градирен, опор ЛЭП, зернохранилищ, взлетно-посадочных полос аэродромов, несущих конструкций из

предварительно-напряженного железобетона и др.

По результатам испытаний выше представленных пластификаторов получены следующие зависимости (рисунок 1).

Результаты испытаний показали, что наиболее эффективным пластификатором является суперпластификатор «MC-PowerFlow», который позволяет увеличить марку по удобоукладываемости бетонной смеси с П1 до П5. Рекомендуемая доза для данного вида добавки установлена 2,0-2,5 % от массы цемента, поскольку дальнейшее увеличение добавки не приводит сильному увеличению подвижности смеси. Кроме того, увеличение расхода добавки более 2,5 % от массы цемента приводит к образованию мелких пузырей в бетонной смеси, однако данный эффект затухает в течение 30 мин. с момента приготовления смеси.

Эффективно зарекомендовали себя и другие добавки – «Динамик ПК» и «Sika ViscoCrete 5-600 SK». Однако, эффект образования пузырьков при увеличении доли добавки у «Sika ViscoCrete 5-600 SK» было больше, чем у суперпластификатора «MC-PowerFlow». Кроме того, у добавок «Динамик ПК» и «Sika ViscoCrete 5-600 SK» зависимость подвижности смеси от количества воды в ней очень сильная.

Добавка Д-5 показывает высокую эффективность при ее расходе около 2-3 % от массы цемента, однако, из-за высокой стоимости (около 90 руб. за 1 кг) ее применение в качестве пластифицирующей добавки в бетонных смесях экономически не целесообразно. Как полифункциональная добавка Д-5, как утверждают производители, эффективен в бетонах, где бывает необходимо улучшить параметры долговечности бетона (водонепроницаемость, морозостойкость, истираемость и т.д.). Опыт его применения данной добавки подтверждает высокую эффективность данной добавки.

Несмотря на то, что добавка «Динамик ПК» уступает по пластифицирующему эффекту добавкам «Sika ViscoCrete 5-600 SK» и «MC-PowerFlow», от последних отличается высокой стабильностью системы, хорошей вязкостью смеси и сохраняемостью. Добавка «Динамик ПК» обладает эффектом замедлителя, что объясняет хорошую сохраняемость получаемых на ее основе бетонных смесей.

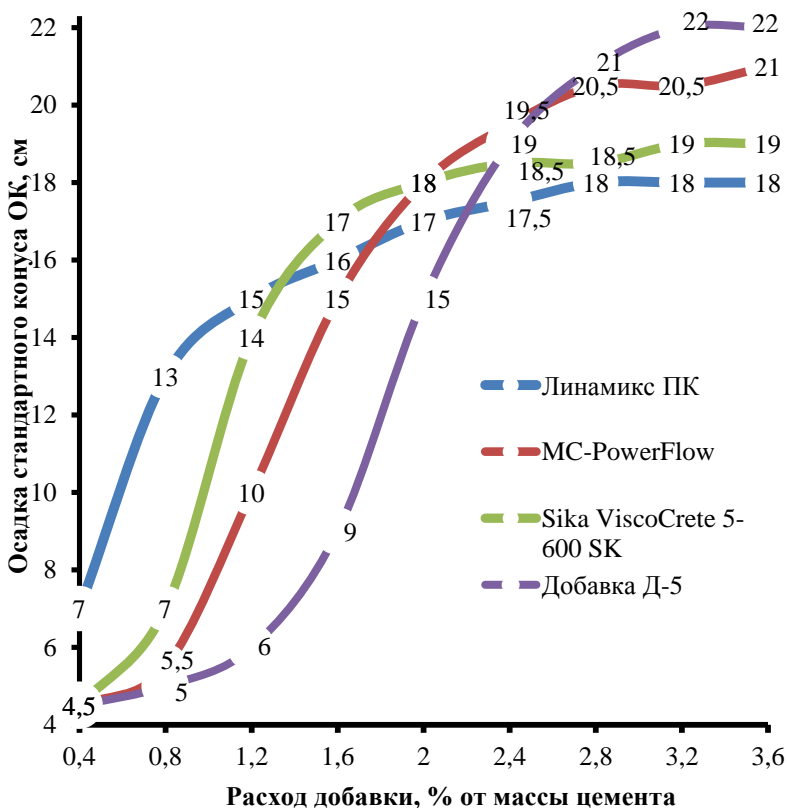


Рисунок 1 – Пластифицирующий эффект от использования химических добавок от различных производителей

Таким образом, доказано эффективность использования пластифицирующих добавок в технологии бетона. Получена зависимость значения осадки конуса бетонной смеси, характеризующего ее удобоукладываемость, от расхода добавки. Изучен характер поведения бетонной смеси с пластифицирующими добавками.

Список литературы:

1. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В. [и др.]. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. М.: Изд-во АСВ, 2008. - 350 с.

2. Баженов Ю.М., Батаев Д.К.-С., Мажиев Х.Н. [и др.]. Мелкозернистые бетоны из вторичного сырья для ремонта и восстановления поврежденных зданий и сооружений: научное издание. Грозный: ИП «Султанбегова Х.С.», 2011. 342 с.
3. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Дондуков В.Г. Цементы и добавки для производства высокопрочных бетонов // Строительные материалы. 2017. № 11. С. 4-10.
4. Батаев Д.К.-С., Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С.-А. и др. Рецептуры высокопрочных бетонов на техногенном и природном сырье // Актуальные проблемы современной строительной науки и образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию строительного факультета ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», 12-13 октября 2017 г. Грозный: Бисултанова П.Ш., 2017. С.109-117.
5. Kuprina, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnyk, L.H., Elistratkin, M.Y. Anisotropy of materials properties of natural and man-triggered origin // Research Journal of Applied Sciences. 2014. Vol. 9. Issue 11. Pp. 816-819.
6. Каприелов С.С., Буллакова Н.Г. Высокопрочный пневмобетон с добавкой микрокремнезема для защитных покрытий // Бетон и железобетон. 1993. №5. С. 7-8.
7. Лесовик В.С., Муртазаев С.-А.Ю., Сайдумов М.С. Строительные композиты на основе отсевов дробления бетонного лома и горных пород: научное издание. Грозный: МУП «Типография», 2012. – 192 с.
8. Афонина М.И., Козырева Е.В. Особенности строительства спортивных сооружений на территориях бывших промышленных зон // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. 2017. С. 390-392.
9. Volodchenko, A.A., Lesovik, V.S., Zagorodnjuk, L.H., Volodchenko, A.N., Aleksandrovna, K.A. The control of building composite structure formation through the use of multifunctional modifiers // Research Journal of Applied Sciences 2016. 10(12). С.931-936
10. Щербань Е.М., Стельмах С.А., Халюшев А.К. и др. Разработка состава пуццоланового цемента на вулканическом туфе // В сборнике: Строительство. Архитектура. Экономика. Материалы Международного форума "Победный май 1945 года": сборник статей. Министерство образования и науки Российской Федерации, Донской государственный технический университет, Профсоюз работников народного образования и науки Российской Федерации. 2018. С. 110-113.
11. Муртазаев С.-А.Ю. Батаев Д.К.-С., Исмаилова З.Х. [и др.]. Мелкозернистые бетоны на основе наполнителей из вторичного сырья: научное издание. М.: «Комтехпринт», 2009. 142 с.

12. Лермит Р. Проблемы технологии бетона. М.: Издательство ЛКИ, 2007. 296 с.
13. Баженов Ю.М. Технология бетона: учеб. пособие для технолог. специальностей строит. Вузов. 3-е изд. М.: АСВ, 2011. 500 с.
14. Удодов С.А. Повторное введение пластификатора как инструмент управления подвижностью бетонной смеси // Сборник научных трудов Кубанского государственного технологического университета. 2015. №9. С. 175-185.
15. Mintsaev M.Sh., Bataev D. K.-S., Mazhiev K. Kh., Mazhiev Adam Kh., Mazhieva A. Kh., Mazhiev Aslan Kh., Mazhiev M.Kh. Prospects for Using 3D-Printing Technologies in Construction of Buildings in Seismic Areas. Advances in Engineering Research, volume 177, International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2018). Pp. 311-315.
16. Стельмах С.А., Щербань Е.М., Сердюков К.В. [и др.] Влияние некоторых характеристик применяемого крупного заполнителя на свойства тяжелого бетона, предназначенного для изготовления центрифугированных изделий и конструкций // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 15–20.
17. Корянова, Ю.И., Резанцев, Н.Е., Шумилова, А.С. Материалы и конструкции, используемые при строительстве высотных зданий - от традиций к новшествам // Аллея науки. 2018. -Т.6. -№ 4 (20). -С.95-99.
18. Солдатов А.А., Галыч А.В, И.В. Сариев [и др.] Опыт использование силиката натрия в качестве вяжущего вещества в производстве строительных материалов // В сборнике: Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности. Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета. Н.И. Стоянов (ответственный редактор). 2016. С. 186-188.
19. Усов Б.А. Физико-химические процессы строительного материаловедения в технологии бетона и железобетона: учеб. пособие для студентов по специальности 270106 «Производство строительных материалов, изделий и конструкций». М.: Издательство МГОУ, 2009. 326 с.
20. Salamanova M.Sh., Murtazaev S.A.Yu., Clinker-free binders based on finely dispersed mineral components. В сборнике: ibausil conference proceedings. 2018. С. 707-714.
21. Self-Consolidating Concretes with Materials of the Chechen Republic and Neighboring Regions / Madina Salamanova, Magomed Khubaev, Magomed Saidumov, Tamara Murtazayeva // International journal of environmental & science education. 2017. Vol.11. №18. Pp.12719-12724.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЩЕЛОЧЕАКТИВИРОВАННЫХ ВЯЖУЩИХ И ГЕОБЕТОНОВ

Павленко А.Д., канд. техн. наук

Дальневосточный федеральный университет

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc39f6f74.31579761

Аннотация. Рассмотрены геобетоны и щелочеактивированные материалы. Представлены аспекты проектирования геопалимерных бетонов.

Ключевые слова: геопалимер, бетон, активация, щелочь, экология.

Известно, что вклад цементной промышленности в глобальную эмиссию парниковых газов, особенно CO₂, составляет 7-10%; это третья наиболее энергоемкая отрасль [1-2]. В частности, при производстве 1 т клинкера, в атмосферу выбрасывается 0,97 т углекислого газа [2]. Замена цемента другими вяжущими веществами (особенно, с применением отходов производства) позволяет снизить выброс парниковых газов в атмосферу.

Одной из наиболее перспективных технологий строительных материалов, использующих в качестве сырья промышленные отходы, является производство композиционных геопалимерных (минерально-щелочных) вяжущих на основе отходов добычи и переработки магматических горных пород [3]. Такие вяжущие могут быть получены по безобжиговой технологии на основе пылевидных отходов дробления щебня, обогащения руд черных и цветных металлов. Вследствие высокой дисперсности эти отходы не требуют значительных затрат энергии для их измельчения до необходимой удельной поверхности [4]. Для обеспечения водостойкости геопалимерных вяжущих используют добавку другого промышленного отхода – доменного гранулированного шлака в количестве 8–30 % [5]. Активация твердения таких композиционных вяжущих производится за счет их затворения раствором низкоосновного жидкого стекла.

Джозеф Давидовиц в 1978 году придумал термин «геопалимер», чтобы описать семейство минеральных связующих, которые обладают химическим составом, подобным цеолитам, при этом проявляют аморфную микроструктуру. В отличие от портландцемента основными связующими веществами в бетоне геопалимера являются не кальциево-силикатные гидраты (CSH). Вместо этого роль связующего предполагает алюмосиликатный полимерный гель, образованный

тетраэдрически связанным кремнием и алюминием с атомами кислорода, разделяемыми между [6]. Двумя важными составляющими геополимерного бетона являются исходные материалы и щелочные жидкости. Исходный материал должен быть богатым кремнием (Si) или алюминием (Al) или обоими из них. Это могут быть природные минералы, такие как каолинит, глина и т. д. или техногенные отходы, такие как зола-уноса, зола рисовой шелухи, доменный шлак, диоксид кремния и т. д. Для синтеза геополимера могут быть использованы щелочная среда (Na^+ , K^+ , Li^+ , Ca^+ и т. д.) или средние кислоты, такие как фосфорная кислота или гуминовая кислота. В щелочной среде процесс геополимеризации происходит, когда оксиды кремния и алюминиевых минералов или алюмосиликатов реагируют с щелочным раствором с образованием полимерных связей Si-O-Al.

Геополимерные вяжущие представляют собой неорганические материалы, которые могут обеспечивать вяжущие характеристики в результате щелочной активации алюмосиликатной основы. Молекулы вяжущего представляют собой трехмерную сеть, в которой алюминат и силикаты ковалентно связаны путем совместного разделения атомов кислорода. Для активации частиц алюмосиликатного сырья иногда требуется повышенная температура.

Геополимерное вяжущее считается хорошей альтернативой портландцементу в строительных смесях, в том числе для дорожного покрытия и оффшорных сооружений. Производство геополимеров требует в основном двух компонентов; первым является исходное сырье, которое может быть любым материалом на основе оксида алюминия и силикатов; второй - щелочно-активирующий раствор, который может состоять из любой щелочно-силикатной, гидроксидной, карбонатной, сульфатной и их смеси. Силикат натрия или силикат калия являются наиболее часто используемыми растворами. Стоит упомянуть, что щелочное решение является удобным для пользователя и может быть легко использовано в полевых и массовых применениях. Использование сильного щелочного раствора неприемлемо для геополимерного бетона, и это может быть вредным для строителя и требует специальной подготовки для использования на месте и для массового применения. Также следует дифференцировать между щелочно-активированными материалами и геополимерами [15]. Многие исследователи путаются между ними. Геополимеры не являются щелочно-активированными материалами, и геополимеризация отличается от щелочной активации. Однако щелочно-активированные материалы обычно используют сильные активаторы и требуют

термообработки. Процесс геополимеризации должен обеспечивать стабильный долговечный продукт; однако щелочная активация обычно приводит к образованию нестабильных продуктов, где щелочь остается свободной и выходит из структуры и может легко выщелачиваться.

Геополимерное вяжущее имеет отличный механизм структурообразования по сравнению с известными реакциями гидратации портландцемента [7-14]. Реакционные процессы в геополимерных вяжущих (реакции геополимеризации) в основном связаны с тремя процессами; первый процесс - это процессы растворения, в которых щелочной раствор растворяет алюмосиликатное сырье для высвобождения в смеси частиц алюминия и кремния. Эти растворенные алюминаты и силикаты гидролизуются и депротонируют с получением алюминатных и силикат-мономеров $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ и $[\text{Si}(\text{OH})_4]$ соответственно. Второй процесс представляет собой процессы конденсации, в которых алюминатные и силикатные мономеры примыкают друг к другу путем совместного разделения атомов кислорода с образованием олигомеров и образованием более крупных сетей. Во время этого процесса вода, которая была израсходована во время процессов гидролиза, исключается из структуры. Последняя стадия происходит, когда смесь становится перенасыщенной алюмосиликатным гелем (который изначально обогащен связями алюминия). Большинство силикатов растворяется в смеси, где происходят процессы перегруппировки, и в алюмосиликатный гель вводится больше силикатов. Это увеличивает связь сети, и геополимерный гель начинает затвердевать. Процессы геополимеризации контролируются несколькими факторами, которые в основном определяют скорость растворения. Основные факторы, влияющие на этот показатель, включают: количество реакционной фазы в исходном материале, размер частиц исходного материала, щелочность смеси, температура отверждения и количество сжиженного силиката, которое может быть получено щелочным раствором.

Fernández-Jiménez et al. [15] дали более подробную информацию в своей модели для геополимеризации золы-уноса. Эта модель предполагает, что большинство частиц золы-уноса состоит из полых сфер, которые имеют оболочку, внутри которой расположены более мелкие частицы золы-уноса. Они предположили, что щелочной раствор начинает растворять зольную частицу в тот момент, когда оболочка частиц разрушается, образуя отверстие, а затем раствор входит внутри частицы, и реакции начинаются в обоих направлениях извне и внутри, а внутренние частицы начинают реагировать. Продукты реакции

начинают заполнять пространство и сливаются на поверхности непрореагировавших частиц золы-уноса, что предотвращает дальнейшие реакции и процессы замедления и контролируется диффузионным процессом.

J.L.Provis [16] предложил подробную модель для геополимеризации метакаолина и золы-уноса. Эта модель включает более подробную информацию о силикатных олигомерах, которые могут быть включены в раствор щелочи. Эти олигомеры были разделены на две фазы; аморфной фазы и нанокристаллических фаз в зависимости от соотношения Si / Al. Кроме того, был введен другой путь реакции для прямого образования алюмосиликатного геля в дополнение к фазе цеолита.

Список литературы:

1. Bui D.D., Hu J., Stroeven P. Particle size effect on the strength of rice husk ash blended gap-graded Portland cement concrete. *Cem. Concr. Compos.* 27 (3) (2005) 357–366.
2. B. Alsubari, P. Shafiqh, Jumaat M.Z. Utilization of high-volume treated palm oil fuel ash to produce sustainable self-compacting concrete, *J. Clean. Prod.* 137 (2016) 982–996.
3. Ерошкина Н.А., Коровкин М.О., Логанина В.И., Полубояринов П.А. Исследование свойств бетона на основе композиционного геополимерного вяжущего, определяющих его долговечность // *Фундаментальные исследования.* – 2015. – № 3. – С. 58-62.
4. Ерошкина Н.А. Вяжущее, полученное из магматических горных пород с добавкой шлака, и бетон на его основе / Н.А. Ерошкина, В.И. Калашников, М.О. Коровкин // *Региональная архитектура и строительство.* – 2011. – № 2. – С. 62–65.
5. Ерошкина Н.А. Малоэнергоемкие ресурсосберегающие технологии производства вяжущих для конструкционных бетонов / Н.А. Ерошкина, М.О. Коровкин, С.В. Аксенов // *Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал* – 2013. – № 6. URL: <http://www.science-education.ru/113-10900> (дата обращения: 04.03.19).
6. Davidovits J. *Geopolymer Chemistry and Applications.* 4th ed. Saint Quentin, GeopolymerInstitute, 2015. 644 p.
7. Nuruddin M.F., Malkawi A.B., Fauzi A., Mohammed B.S., Almatrarneh H.M. Evolution of geopolymer binders: a review. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 133 (2016) 012052.
8. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин Р.А., Ханхабаев Л.Р., Лесовик В.С. Высокопрочные композиты для специальных сооружений // *Теоретические основы создания эффективных композитов Сборник*

- материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. 2018. С. 297-303.
9. Fediuk R.S., Teleshev A.A., Khankhabaev L.R., Ivanov A.S., Ibragimov R.A., Akopian A.K., Lesovik V.S. Application of cementitious composites in mechanical engineering // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Material Science in Mechanical Engineering" 2018. С. 032021.
 10. Fediuk R.S., Pak A.A., Krylov V.V., Poleschuk M.M., Stoyushko N.Y., Gladkova N.A., Ibragimov R.A., Lesovik V.S. Processing equipment for grinding of building powders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment" 2018. С. 042029.
 11. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Feduk R.S. Nature similar technologies in construction industry // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. Т. 14. № 4. С. 98-108.
 12. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 4 (37). С. 85-99.
 13. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лисейцев Ю.Л., Пезин Д.Н., Зеленский И.Р., Смоляков А.К., Хроменок Д.В. Разработка фибробетонов на бесцементных вяжущих // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 1. С. 124-130.
 14. Кузьмин Д.Е., Пак А.А., Акопян А.К., Телешев А.А., Федюк Р.С. Композиты для создания военной инфраструктуры // Теоретические основы создания эффективных композитов Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. 2018. С. 157-165.
 15. Duxson P., Fernández-Jiménez A., Provis J.L., Lukey G.C., Palomo A., van Deventer J.S.J. Geopolymer technology: the current state of the art // Journal of Materials Science, 2007, Vol. 42(9), pp. 2917–2933.
 16. Provis J.L. Modelling the formation of geopolymers. (PhD), 2006. University of Melbourne.

МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Петропавловская В.Б., канд. техн. наук, доцент,

Бардов Н.П., студент,

Матвейчук В.В., студент

Тверской государственной технической университет

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc3ad41d4.31814792

Аннотация. Современное состояние производства вяжущих веществ требует переориентации на вяжущие, обладающие наименьшей ресурсо- и энергоемкостью, что повышает перспективность развития гипсовой отрасли. В данной статье рассмотрены способы улучшения свойств гипсовых вяжущих за счет введения в них современных минеральных добавок, пластификаторов или их комплексов.

Ключевые слова: полугидрат сульфата кальция, свойства, добавки, отходы, прочность, плотность, водостойкость.

По данным о сырьевой базе гипса на территории РФ, приведенной в таблице, гипсовый камень является весьма распространенным ресурсом и имеется в больших объемах, что позволяет ориентироваться на его использование по многим направлениям в строительстве и не только [1, 9, 12-14, 16, 18, 21].

Способы улучшения технических характеристик полугидрата путем введения добавок, способствующих изменению структуры гипсового камня, а не только физически заполняющих пустоты, являются недостаточно изученными. Следует выделять из них наиболее простые по технологии и эффективные с точки зрения их затратности. Решение проблем низкой водостойкости гипсового камня гидратационного твердения, его невысокой прочности и повышенной ползучести необходимо рассматривать в единстве с обеспечением низкой стоимости вяжущего и малой энергопотребностью [5, 8, 17, 19, 20].

Особенности гипсового камня, которые учитываются при его использовании, могут регулироваться следующим образом [2, 7]:

1) *Использованием пластифицирующих добавок*

Добавление пластификаторов снижает водопроницаемость, а также способствует повышению прочности и водостойкости. Для снижения водопотребности применяются добавки поверхностно-активных веществ ВРП -1, СНВ, ЛСТ, супер- и гиперпластификаторы. В настоящее время установлено, что для повышения водостойкости строительного гипса в него могут вводиться вещества, вступающие в

химическое взаимодействие между собой и с гипсовым вяжущим, с образованием твердеющих в воде водостойких продуктов. Такими веществами являются молотые гранулированные доменные шлаки, известь в сочетании с активными минеральными добавками, портландцемент. Самой оптимальной считается композиция, в состав которой входят гипсовое вяжущее (полугидрат сульфата кальция), портландцемент и активная минеральная добавка – гипсоцементно-пуццолановое вяжущее (ГЦПВ). Наиболее часто применяемые ГЦПВ имеют состав, в котором следующее процентное содержание компонентов, масс: вяжущее на основе гипса 55–70 %, портландцемент 15–20 %, активная минеральная добавка (АМД) 10–20 %. В качестве такой добавки в нашей стране обычно используются природные компоненты – опоки, трепел, диатомит и т.д. В других странах применяется попутные продукты, например, от сгорания бурых углей [11, 15].

Таблица 1- Ресурсный объем гипсового камня [5]

Федеральный округ	Количество месторождений, штук		Запасы	
	всего	эксплуатируемое	млн. т	доля от запасов России, %
Центральный	6	1	1850,7	56,5
Приволжский	38	12	851,8	26,0
Южный	20	6	308,6	9,4
Сибирский	11	3	163,4	5,0
Северо-западный	3	-	47,1	1,4
Уральский	4	1	35,3	1,1
Дальневосточный	4	1	19,0	0,6
Всего	86	24	3275,9	100

2) *Создадим в структуре гипсового камня нерастворимых в воде соединений*

Растворимость сульфата кальция в воде ограничивается обеспечением условий для создания нерастворимых соединений, которые защищают дигидрат сульфата кальция. Например, сочетанием гидравлических компонентов, таких как портландцемент, известь с различными активными минеральными добавками [6].

3) *Применением гидрофобизаторов*

Гидрофобизаторы – это специальные растворы, которые могут быть соединены с водой, либо другими растворителями органического происхождения.

В качестве подобных добавок применяют низко- и высокомолекулярные кремнийорганические соединения, соли жирных кислот, некоторых металлов (алюминий, медь, цирконий и т.д.), а также катионоактивные поверхностно – активные вещества ПАВ [3, 10]. Применение гидрофобизаторов приводит к резкому падению показателя водопоглощения, росту прочности и водостойкости гипсового камня. Так, например [], предел прочности при изгибе гидрофобизированного гипсового камня повысился на 60 %, а при сжатии – на 70 %, а водопоглощение уменьшилось в 10 раз.

Для повышения механических характеристик гипса используют различные добавки, способные влиять как на прочность, так и на деформативность гипсовых структур – с различными (положительными и отрицательными) эффектами. К ним относят [4, 6, 9]:

1) микрокремнезем или тонкодисперсный кремнеземсодержащий компонент – увеличивающий прочность, трещиностойкость и долговечность. Однако подобные материалы могут характеризоваться низкой прочностью на сжатие и низкая текучестью суспензии;

2) отходы промышленности или попутные продукты, в том числе используют: золу-уноса, золу рисовой или гречневой шелухи, золу от сжигания отходов оливкового и пальмового производства, золу и шлаки ТЭЦ, керамическую пыль, отходы производства кирпича или других керамических изделий, соединений алюминия, мелкий кварцевый песок, пемзу, стеклянный бой, кремнегель, туф, диатомит, белую сажу, аэросил или их смесь в любой пропорции – они также увеличивают прочностные свойства гипсовых композиций. Но недостатком подобных добавок заключается в том, что в затвердевшем камне не образуются нерастворимые в воде соединения, приводящие к повышению водостойкости материала. При этом такие компоненты могут не обладать антисептическими свойствами, что при длительном хранении может привести к проникновению в добавку вредных для здоровья человека и разрушительных для готового материала микроорганизмов.

3) перечисленные выше гидрофобные добавки;

4) портландцемент совместно с пуццолановыми (гидравлическими) добавками – уменьшающие ползучесть гипса и повышающие его водостойкость и прочность.

Таким образом, проведенный анализ литературных источников показывает, что применение минеральных добавок, в первую очередь отходов промышленности в композициях с современными пластификаторами, обеспечивает регулирование физико-механических свойств гипсовых вяжущих. Помимо производства гипсокартонных листов, гипсоволокнистых и гипсостружечных плит, а также пазогребневых плит и других изделий на основе строительного гипса, возможно распространение на ответственные конструкционные элементы, отделочные изделия и сухие строительные смеси более широкого применения.

Список литературы:

1. Масляницын А.П., Чудненко Е.А. Модернизация технологического производства высокопрочного гипса // Традиции и инновации в строительной архитектуре СГТУ. Самара. 2017. С.473-475.
2. Коровяков В.Ф. Повышение водостойкости гипсовых вяжущих веществ и расширение областей их применения // Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века. 2005. №3. С.30-33.
3. Иброхимов А.А., Крамаренко А.В. Некоторые аспекты гидрофобизации изделий из гипсовых вяжущих // Аллея науки ТГУ. Тольятти. 2017. №16. С. 615-617.
4. Ферронская А.В. Гипсовые материалы и изделия: справочник М.: Изд-во АСВ, 2004. 488 с.
5. Петропавловская В.Б., Белов В.В., Новиченкова Т.Б. Малоэнергоемкие гипсовые строительные композиты: монография. Тверь: ТвГТУ, 2014. 136 с.
6. Лесовик В.С., Погорелов С.А., Строкова В.В. Гипсовые материалы и изделия: учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2004. 224 с.
7. Зинченко С.М., Пешкова Д.А. Способы повышения водостойкости гипсовых вяжущих // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона СГТУ имени Гагарина Ю.А.. Саратов. 2017. №8. С.155-157.
8. Чернышева Н.В., Нарышкина М.Б. Влияние микроармирующих волокон на свойства гипсосодержащих композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород. 2010. № 1. С. 73–76.
9. Потенциал применения гипса в промышленности строительных материалов / В.Б. Тросницкий [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. 2005. №7. С.27-28.
10. Сураев В.Г. Гидрофобизация. Теория и практика // Технология строительства. 2002. №1 С.119-122.
11. Федорова В.В., Сычева Л.И. Влияние пластифицирующих добавок на свойства гипса // Успехи в химии и химической технологии РХТУ им. Д. И. Менделеева. Москва. 2015. №7. С.78-80.

12. Ногайбекова М.Т., Испанова З.Ш. Классические и современные строительные растворы // Механика и технологии ТГУ имени М.Х. Дулати. Тараз, Казахстан. 2017. №2. С.126-139.
13. Дворкин Л., Дворкин О. Современные отделочные и облицовочные материалы: справочник. М.: Классик Рипол, 2010. 575 с.
14. Алфимова Н.И., Вишневская Я.Ю., Трунов П.В. Композиционные вяжущие и изделия с использованием техногенного сырья. Германия: Lap Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2013. 127 с.
15. Гаркави М.С., Шленкина С.С. К вопросу о применении пластифицирующих добавок для гипсовых вяжущих. Материалы V Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий»/Под научной редакцией А.Ф. Бурьянова. Казань, 2010. 290 с.
16. Сулейманова Л.А., Погорелова И.А. Применение композиционных вяжущих в технологии ячеистого бетона // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 2. С. 10–16.
17. Бердов Г.И., Ильина Л.В., Зырянова В.Н., Никоненко Н.И., Сухаренко В.А. Влияние минеральных наполнителей на свойства строительных материалов // Строительные материалы. 2012. № 9. С. 79-83
18. Петров К.С. Федоряка А.В. Использование гипса в ремонте и реконструкции зданий и сооружений // ПГУ имени Шолом-Алейхема. Биробиджан. 2018. №2. 40 с.
19. Бархатов В.И., Добровольский И.П. Отходы производств и потребления – резерв строительного материала. М.: Издательство ЧГУ. 2017. 477 с.
20. Иващенко Ю.Г., Евстигнеев С.А., Страхов А.В. Роль наполнителей и модификаторов в формировании структуры и свойств композитов на основе гипсового вяжущего. Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: Материалы.VI Международной научно-технической конференции. Волгоград. 2011. С. 159-162.
21. Гипс в малоэтажном строительстве. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов. 2008. 240 с.

ДЕФОРМАЦИИ ПОЛЗУЧЕСТИ ГИПСОВЫХ КОМПОЗИТОВ

Петропавловская В.Б. канд. техн. наук, доцент,
Новиченкова Т.Б., канд. техн. наук, доцент,
Белов Д.В., магистрант,
Баркая А.Т., студентка

Тверской государственный технический университет
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc3bc1066.56536029

Аннотация. В данной статье описана природа явления ползучести гипсовых материалов гидратационного твердения, приведен обзор литературных источников по данной теме, а также выполнен анализ эффективности применения добавок, способствующих снижению таких деформаций, а также повышающих водостойкость и прочность гипсовых композитов.

Ключевые слова: деформации, жидкостные пленки, минеральные добавки, пластификаторы, свойства.

Ввиду низкой стоимости производства и несложной технологии формования, гипсовые вяжущие и смеси на их основе широко применяются в строительстве, несмотря на то, что их механические показатели не позволяют им иметь высокую несущую способность. Механические свойства гипсового раствора связаны с его микроструктурой (пористостью, габитусом кристаллов гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) в его структуре, их средним размером, сцеплением и т.д.), а также степенью когезии между кристаллами гипса (межкристаллическими силами). Помимо строительства гипсовые материалы находят хорошее применение и в современной 3D печати продукции других отраслей промышленности [1,2], тем самым расширяя область их использования.

Данная тематика исследований является актуальной, поскольку материалы из гипса являются достаточно доступным строительным материалом, но в виду высокой ползучести под воздействием влажности, данный материал без гидравлических добавок практически не применяется для несущих конструкций.

Исследуя данный вопрос можно столкнуться с очевидной проблемой – недостаточностью исследований по данному вопросу, посвященных современным композициям на основе гипсовых вяжущих.

Ввиду того, что ползучесть гипсовых материалов растет при насыщении их водой, в работе приведен обзор применения добавок, повышающих водостойкость, а также прочность гипсовых композиционных вяжущих. Необходимо отметить, что, несмотря на то,

что негативное воздействие воды на гипсовый раствор хорошо известно, механизм, который отвечает за увеличение ползучести гипса во влажной среде, еще до конца не определен. Тогда как в бетоноведении, под ползучестью понимают способность бетонного камня деформироваться во времени под действием постоянной нагрузки, вызывающей деформации, которые возрастают со временем [3].

Интересна гипотеза о рекристаллизационной ползучести штукатурного раствора, проанализированная авторами [4]. Она базируется на механизме растворения/пересадения. По мнению авторов, этот процесс происходит в жидкой пленке раствора, разделяющей кристаллы гипса. Такая высокая чувствительность штукатурного раствора к влажности объясняется ими влиянием воды на когезию в микроструктуре материала. Авторы считают, что полярные жидкости, например, вода, с высокой диэлектрической постоянной, образующие водородные связи с гипсом, в особенности те, в которых гипс растворяется, могут проникать между его кристаллами. Жидкость снижает межповерхностную свободную энергию кристаллов гипса, что, по всей вероятности, приводит к разупрочнению структуры и снижению механических показателей штукатурного раствора. Следовательно, воздействуя на характер связей в образующейся структуре, можно регулировать показатели ползучести гипсового модифицированного камня.

Для исследований ползучести можно использовать методику определения и прогнозирования ползучести, разработанную [5] с учётом предложений П.И. Васильева и Ли Гуанцзуна. Предлагаемая авторами методика позволяет построить кривую ползучести (рис.) гипсокерамзитобетона, продолжительность которой может на несколько порядков превышать продолжительность короткого ряда наблюдений.

Близкое размещение кривых деформаций ползучести, образованных из короткого и длинного рядов наблюдений, приведенные авторами [5], могут указывать на возможность использования короткого ряда для прогнозирования ползучести гипсокерамзитобетона. Анализ проведен авторами [4] по результатам серии механических испытаний, проведенных на образцах-балочках штукатурного раствора размером 180 x 20 x 20 мм², изготовленных на основе β-полугидрата сульфата кальция с добавкой из расчета 0,231 % добавки от массы вяжущего. Водогипсовое отношение В/Г = 0,8. Полученная пористость составила в среднем 57 %. Подтверждение наличия связи между механическим поведением на трехточечный изгиб

и кинетикой растворения проводились на увлажненных образцах гипсового раствора, содержащего добавки для снижения ползучести. В качестве добавки для испытаний авторами [4] использовалась смесь винной и борной кислот, оказавшаяся наиболее эффективной, натриевая

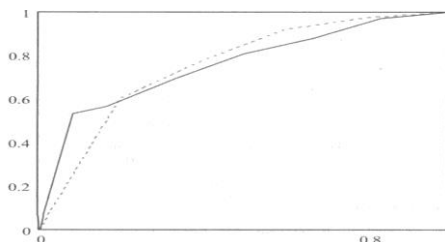


Рис. Кривая приведённых деформаций ползучести гипсобетона при относительном уровне напряжений 0.5: - длинный ряд наблюдений; - -- короткий ряд наблюдений

соль полиаминокaрбоксильной кислоты, а также фосфонат калиевой соли, фосфат натрия. Последние две не показали должного эффекта.

Ввиду того, что в настоящее время не существует единого национального стандарта, регулирующего методику определения ползучести гипсовых материалов, то мог бы быть использован ГОСТ 24544 "Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести" для контроля ползучести и гипсобетонов, после его проверки на работоспособность, но приведенная в нем методика не соответствует сегодняшним представлениям о ползучести бетона и требует существенной переработки.

Что касается уменьшения ползучести путем повышения водостойкости гипсовых материалов, то, по мнению ряда авторов, для этого [6,7,8,9] могут быть использованы отдельные минеральные, органо-минеральные или органические добавки [6] и комплексы. В работе [9] приведена рецептура водостойких гипсовых смесей с комплексным составом, включающим золошлаковые отходы ТЭЦ. В работе [8] предлагается вводить в строительный гипс комплексную добавку в составе керамзитовой пыли, извести и пластификатора Полипласт СП-1ВП. Это приводит к увеличению водостойкости и прочности камня. И, наконец, повышение водостойкости гипса установлено при использовании добавок силикагеля и щелочного активатора [7]. Другим способом повышения показателей ползучести является предложение воздействовать на ползучесть через повышенную

структурную прочность гипсовых материалов [8, 10, 11, 12]. Использовались добавки пенообразователей [10], молотого мрамора [11]. Причем введение структурообразующей добавки [11] не оказывает существенного влияния на плотность гипсового материала. В качестве модифицирующих добавок в ряде работ использовались и гиперпластификатор Melflux 2641F [12], и редиспергируемый полимерный порошок Vinnapas LL 5999/2, а также эфир целлюлозы Mecellose 7117. Установлено, что содержание Melflux увеличивает прочность, а добавки Vinnapas – ее уменьшает. Наибольшей прочностью характеризуется состав ГЦПВ, содержащий Mecellose и Vinnapas. Введение в строительный гипс [8] комплексной добавки на основе керамзитовой пыли, извести и суперпластификатора Полипласт СП-1ВП способствует повышению всех основных эксплуатационных характеристик. Еще одним их перспективных направлений является модификация гипсовых матриц комплексными системами, содержащими метаксаолин и известь [13,14]. Модификация гипсового композиция комплексным модификатором, по мнению [13], приводит к изменению морфологии, уменьшению размеров кристаллов и увеличение площади межфазной поверхности за счет формирования аморфных продуктов гидратации, что обеспечивает уплотнение структуры гипсовой матрицы. Совместное введение в гипс извести и метаксаолина помимо увеличения прочностных показателей, повышает и среднюю плотность, и пористость, а значит влияет и на характер структуры гипсового камня.

Таким образом, оценка ползучести возможна прямым путем – измерением приведенных деформаций, а также косвенным путем, на основе структурных исследований гипсовых композиций.

Список литературы:

1. Торшин А.О., Потапова Е.Н.. Перспективы использования 3d-принтера в строительстве // Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXX. 2016. № 7. С. 117-119
2. Лысыч М.Н., Шабанов М.Л., Воронцов Р.В. Материалы, доступные в рамках различных технологий 3d печати. Современные наукоемкие технологии. 2015. № 5. С. 20-25.
3. Галкин Ю.Ю. Оценка влияния ползучести цементных бетонов на современном этапе развития бетоноведения. Новые технологии и проблемы технических наук // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. . г. Красноярск, 2016. 184 с
4. Пачон-Родригез Е.А., Колombани Ж. Механизм ползучести

- гипсокартона под воздействием влаги // ALITinform. Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2012 № 1. С. 106-112.
5. Бычков А.С. Ползучесть керамзитобетона на основе гипсового вяжущего повышенной водостойкости из фосфогипса // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI в. 2005. № 12.С. 26-27.
 6. Самигов Н.А., Атакузиев Т.А., Асаматдинов М.О., Ахунджанова С.Р. Физико-химическая структура и свойства водостойких и высокопрочных композиционных гипсовых вяжущих. Universum: технические науки. 2015. № 10 (21). С. 4.
 7. Конушева В.В., Сыркин О.О., Стешенко А.Б., Кудяков А.И. Влияние модифицирующих добавок на водостойкость гипса. В сборнике: Эффективные рецептуры и технологии в строительном материаловедении. Сборник Международной научно-технической конференции. Новосибирский государственный аграрный университет. 2017. С. 161-163.
 8. Халиуллин М.И., Рахимов Р.З., Гайфуллин А.Р. Состав и структура камня композиционного гипсового вяжущего с добавками извести и молотой керамзитовой пыли // Вестник МГСУ. 2013. № 12. С. 109-117.
 9. Аласханов А.Х., Алиев С.А., Муртазаев С.А.Ю., Успанова А.С. рецептура водостойких композиционных гипсовых вяжущих с компонентами техногенного происхождения // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2015.№ 4 (39). С. 63-76.
 10. Морозова Н.Н., Майсурадзе Н.В., Галиев Т.Ф., Потапова Л.И. Эффективность применения воздухововлекающих добавок в гипсовых материалах // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №2.
 11. Петропавловская В.Б., Бурьянов А.Ф., Новиченкова Т.Б. Модифицированные гипсовые системы конденсационного твердения // Сухие строительные смеси. 2014. № 3. С. 14-16.
 12. А. М. Ахметжанов, А. В. Урбанов, Е. Н. Потапова. Применение методов планирования эксперимента при изучении комплексного влияния добавок на свойства вяжущего // Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXX. 2016. № 7. С. 14-16
 13. Батова, М.Д. Гипсовые композиции с комплексным модификатором на основе извести и метакаолина // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сборник статей по материалам LI международной студ. науч.-практ. конф. № 3(50).
 14. Сафонова, Т.Ю. Влияние вида кремнеземистой добавки на свойства смешанного воздушного вяжущего в системе "гипс - известь - пуццолан" // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2012. № 2 (31). С. 93-98.

НАПОЛНЕННЫЕ ГИПСОВЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ КОМПОЗИТЫ

Петропавловская В. Б.¹, канд. техн. наук, доцент,
Завадько М. Ю.¹, магистрант,
Петропавловский К. С.², инженер

¹*Тверской государственный технический университет*

²*НИУ Московский государственный строительный университет*

DOI: 0.12737/conferencearticle_5cecedc3c98586.07223715

Аннотация. Исследование направлено на решение проблемы ресурсосбережения в области гипсового производства. Описаны сравнительные эксперименты по снижению водопотребности модифицированных гипсовых смесей. Введение в состав гипсовых смесей дисперсного модификатора и пластификатора способствует сокращению водосодержания и росту прочности гипсового камня.

Ключевые слова: гипсовые вяжущие, минеральные добавки, отходы пылеочистки, водопотребность, пластификация, свойства.

Строительная отрасль является наиболее материалоемкой, поэтому вопросы внедрения ресурсосберегающих технологий именно в строительстве всегда остаются актуальными. Наиболее привлекательной является идея использования промышленных отходов в качестве компонентов строительных материалов [1].

Одним из промышленных отходов, образующихся в большом объеме, является отход пылеудаления строительных производств, в том числе – предприятий по выпуску базальтовых изделий [2-4].

Применение базальта в различном состоянии достаточно изучено [5-14], однако состав промышленной пыли сложный, включает не только минеральную, но и органическую составляющую, что отражается на его применении в качестве добавки в строительные смеси и требует дополнительных исследований.

В целях вовлечения промышленной базальтовой пыли в промышленное производство в работе изучена возможность получения модифицированных гипсовых материалов с улучшенными физическими и механическими показателями.

В исследованиях применялось гипсовое вяжущее марок Г-16 и Г-5 и наполнитель – отход пылеочистки базальтового предприятия, а также ряд наиболее часто применяемых в настоящее время химических добавок-пластификаторов. Для исследования свойств композитов были использованы образцы-кубы размером 20x20x20 мм и образцы-балочки

размером 20x20x160 мм, которые были испытаны на 7-е сутки твердения.

В первой серии опытов в качестве добавки-пластификатора использовали органоминеральный комплекс Санкт-Петербургского производства – Лахта. Опыты были произведены на равно подвижных гипсовых смесях. Результаты исследований по водопотребности для добавки-пластификатора Лахта приведены на рис. 1.

Во второй серии опытов качестве добавки-пластификатора применяли также отечественную добавку Омского производства – Фрипласт.

График зависимости прочности гипсовых составов от количества добавки-пластификатора (рис.2) показал, введение добавки Лахты ведет к снижению водопотребности рабочей смеси, и, следовательно, к повышению прочности гипса при ее процентном содержании в смеси до 7 %.

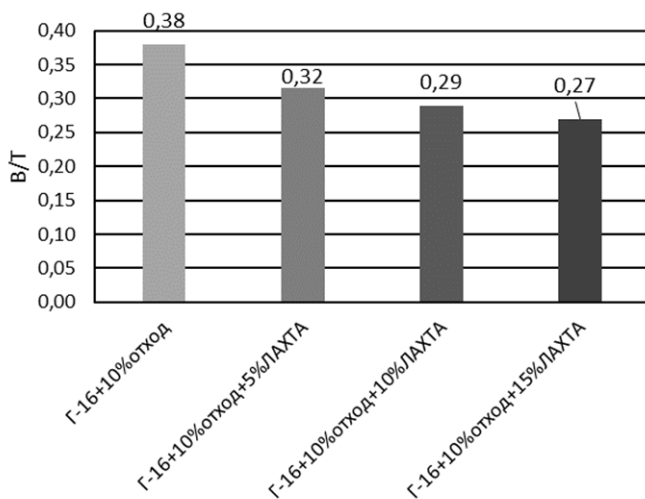


Рисунок 1 - Влияние добавки-пластификатора на водосодержание смеси

Оптимальное водотвердое отношение для составов второй серии опытов показано на рисунке 3. Зависимость прочности от количества добавки-пластификатора, приведенная на рис. 4, показала, что прочность растет и достигает отметки 21 МПа для максимального

количества введенной добавки (3 %), что, более чем в 3 раза превышает прочность бездобавочных образцов.

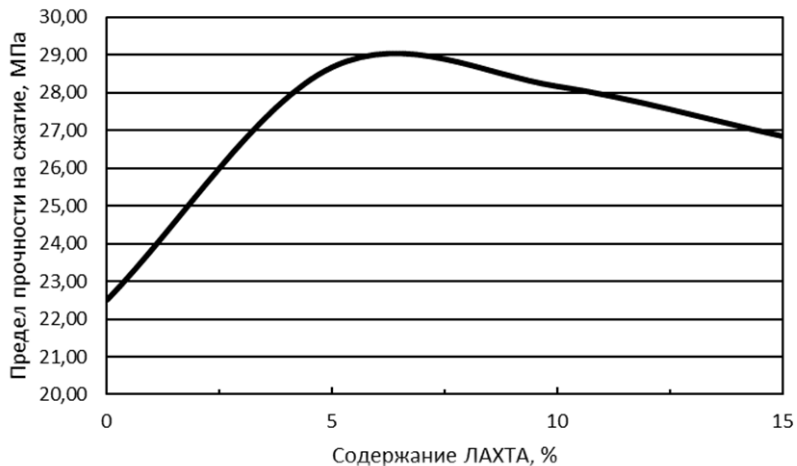


Рисунок 2 - Влияние добавки-пластификатора на прочность гипса

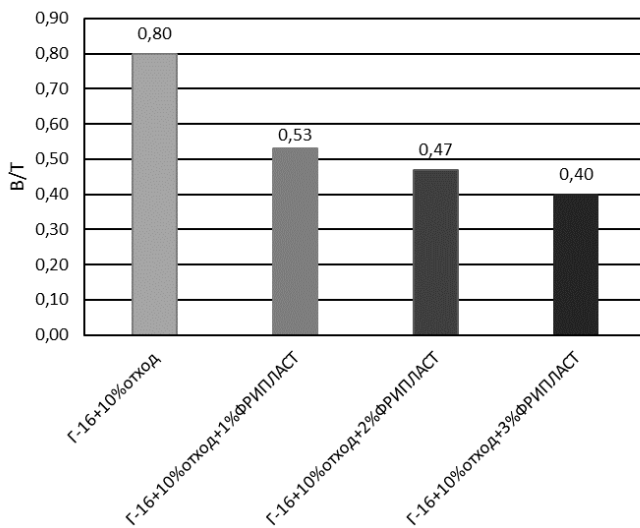


Рисунок 3 - Влияние содержания добавки Фрипласт на В/Т отношение

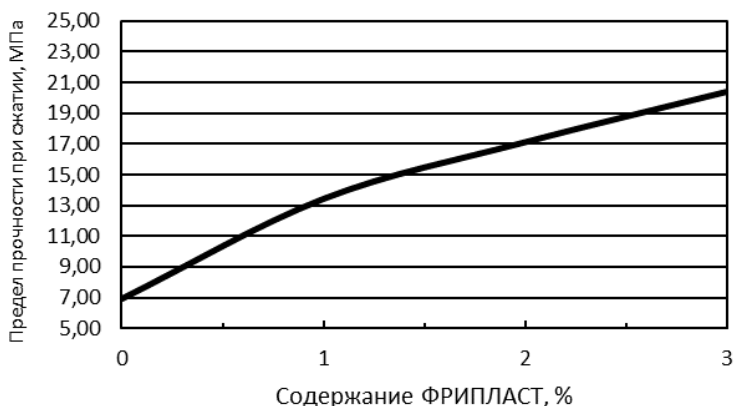


Рисунок 4 - Влияние содержания добавки Фрипласт на прочности при сжатии

Таким образом, в ходе исследований выявлено:

1. Применение добавки-пластификатора Санкт-Петербургского производства целесообразно в количестве 7 % от массы гипсового вяжущего, что способствует снижению водопотребности на 7 % и повышению прочности при сжатии, в среднем, на 20 %.

2. Применение добавки Фрипласт в составе модифицированных гипсовых композитов обуславливает снижение водопотребности смеси на 50 % и повышение прочности при сжатии в среднем на 66 %.

3. Полученные составы наполненных гипсовых композитов могут быть рекомендованы для изготовления на их основе сухих строительных смесей по малоотходной энергосберегающей технологии.

Список литературы:

1. Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Бурьянов А.Ф., Соловьев В.Н., Петропавловский К.С. Утилизация отходов минерального волокна в производстве гипсовых изделий // Вестник МГСУ. 2017. № 12 (111). С. 1392-1398.
2. Petropavlovskaya V., Khozin M., Zavadko M. Application of pulverized waste from production of basalt fiber as part of gypsum composites and their influence // 21.Internationale Baustofftagung. Weimar, 2017. P. 184-188.
3. Petropavlovskaya V., Zavadko M. Possibility of utilization of dust-like wastes of basalt fiber production with their application in the production of

- gypsum materials//22.Internationale Baustofftagung. Weimar, 2018. P. 184-188.
4. Петропавловская В.Б., Новиченкова Т.Б., Завадько М.Ю. Модифицированные гипсовые композиты гидратационного твердения // Инновации и моделирование в строительстве материаловедении и образовании: мат-лы межд. научно-практ. конф. Тверь: ТвГТУ, 2017. С. 80-87.
 5. Александров Д.Ю. Перспектива использования отходов базальтовых волокон в дорожной отрасли // В сб.: Фундаментальные и прикладные исследования молодых ученых: мат-лы межд. научно-практ. Конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. 2017. С. 17-20.
 6. Пагина Л.В., Дадунашвили Д.А. Модификация цементного вяжущего тонкомолотым базальтовым порошком // Master's Journal. 2016. №2. С. 391-396.
 7. Ерошкина Н.А., Коровкин М.А. Свойства геополимерных вяжущих на основе дисперсных отходов добычи и переработки базальта // Строительство, наука и образование. 2015. №1 (1). С. 25-28.
 8. Сизов Ю.В., Абрамов Д.Г. Использование базальтовых отходов в качестве упрочняющей добавки для мелкозернистых бетонов // В сб.: Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности и экологии: Сборник научных трудов и материалов III Международной научно-практической конференции с научной школой для молодежи. ТвГТУ. 2017. С. 309-312.
 9. Петропавловская В.Б., Новиченков Г.В., Чубисов И.Е. Об использовании отходов базальтового волокна в производстве гипсовых изделий // Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий: мат-лы IX Межд. научно-практ. конференции. М.: Де Нова. 2018. С. 138-142.
 10. Лесовик В. С. Ильинская Г. Г. Базальтовое волокно как армирующий материал для сухих строительных смесей// Белгород: БГТУ , 2010. С. 109-193.
 11. Buryanov A.F., Novichenkova T.B., Petropavlovskaya V.B., Petropavlovskii K.S. Simulating the structure of gypsum composites using pulverized basalt waste // MATEC Web Conf. 2017. Vol. 117: RSP 2017
 12. Аблесимов Н.Е., Малова Ю.Г. Каменное (базальтовое) волокно: исследования и научные школы // Научное обозрение. Технические науки. 2016. № 6. С. 5-9.
 13. I международный базальтовый форум: оценка реалий и возможностей базальтовой индустрии Рациональное освоение недр. 2016. № 5-6. С. 117-119.
 14. Рахимова Г.М., Аринова А.С., Рахимова А.М., Хан М.А. Перспективы применения базальтового волокна в бетон с использованием нанокремнезема // Труды Университета. 2016. № 2 (63). С. 72-75.

ВЛИЯНИЕ ВИДА ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА СВОЙСТВА ПЕНОГИПСОВЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Пыкин А.А., канд. техн. наук, доцент,

Шкловец И.А., студент,

Березняк И.Ю., студент

*Брянский государственный инженерно-технологический
Университет*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc3d6d560.69209555

Аннотация. Исследованы средняя плотность и прочность на сжатие пеногипсовых композиций с использованием синтетического и белкового пенообразователей, а также кратность пен в зависимости от времени получения, вида и концентрации пенообразователя. Установлено, что синтетический пенообразователь позволяет снизить в 4 раза плотность пеногипсовых композиций, а белковый пенообразователь – повысить в 1,9 раза прочность поризуемого гипсового камня.

Ключевые слова: пеногипсовая композиция, синтетический пенообразователь, белковый пенообразователь, кратность пены, средняя плотность, прочность на сжатие.

Современные тенденции развития строительного материаловедения связаны с необходимостью разработки новых энергосберегающих материалов поризованной и крупнопористой структуры [1], в том числе на основе гипсовых вяжущих, обладающих высокой прочностью, низкой плотностью и хорошими теплоизоляционными свойствами.

При создании высокопористых структур наибольшее распространение получила технология поризации с помощью газообразователей. Однако специфические свойства гипсовых вяжущих и композиций на их основе, в частности быстрое схватывание и твердение, затрудняют протекание совместных процессов газовойделения и структурообразования [2].

Обзорный анализ современной научно-технической литературы показывает, что в настоящее время именно пенная технология получения поризованных гипсовых композиций вызывает большой научно-технический интерес ввиду сравнительной простоты осуществления, широкого ассортимента пенообразователей нового поколения, наличия теоретических основ регулирования структуры и свойств гипсовой матрицы полифункциональными активными

наноматериалами [3], в том числе нанодисперсными модификаторами на основе диоксидов кремния [4] и титана [5], метакаолина [6], серпентинита [7], волластонита [8], микрокристаллической целлюлозы [9], биосилифицированных [10] и галлуазитовых [11] нанотрубок и других источников сырьевой базы с высокой эколого-экономической эффективностью [12].

Целью работы является экспериментальное исследование влияния синтетического и белкового пенообразователей на свойства пеногипсовых композиций (ПГК), приготавливаемых в условиях сухой минерализации пен гипсовым вяжущим. Для достижения поставленной цели решались задачи по определению: кратности пены в зависимости от времени получения, вида и концентрации пенообразователя; средней плотности и прочности на сжатие ПГК в зависимости от количества рабочего раствора пенообразователя разного вида. Обработка экспериментальных данных осуществлялась с помощью программы Interp.sce на базе Scilab [13].

В качестве сырьевых материалов для приготовления ПГК применялись: высокопрочный гипс марки Г16 (ЗАО «Самарский гипсовый комбинат», Россия); синтетический пенообразователь (ПО) «Пеностром» (ООО «Щит», Белгородская область, Россия); белковый пенообразователь «Foam X» (Италия); вода затворения.

Установлено, что изменение кратности пены носит экстремальный характер. Увеличение концентрации ПО «Пеностром» от 0,1 до 0,9 % (от объема воды затворения) приводит к повышению кратности пены от 3,1 до 5 при ее получении в течение 0,5 мин, от 3,2 до 5,6 – 1 мин, от 4,3 до 7,2 – 1,5 мин. Максимальное значение кратности пены (9) достигается через 1,5 мин приготовления при концентрации ПО «Пеностром», равной 0,84 % (рис. 1).

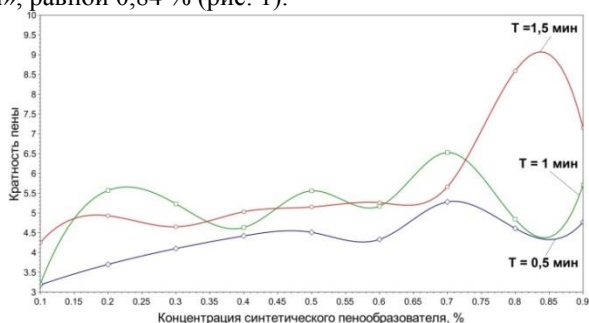


Рисунок 1 - Изменение кратности пены с ПО «Пеностром»

Разнозначное изменение концентрации ПО «Foam X» способствует повышению кратности пены от 1,9 до 2,4 при ее получении в течение 0,5 мин, от 2,4 до 4,5 – 1 мин, от 2,9 до 3,8 – 1,5 мин. Максимальное значение кратности пены (5) также наблюдается через 1,5 мин приготовления при концентрации ПО «Foam X», равной 0,86 % (рис. 2).

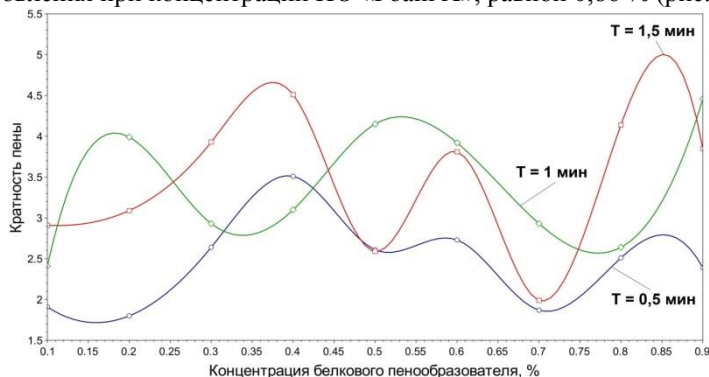


Рисунок 2 - Изменение кратности пены с ПО «Foam X»

Результаты испытаний показали, что при изменении количества рабочего раствора ПО «Пеностром» от 0 до 0,2 % средняя плотность образцов пеногипсовых композиций снижается от 1330 до 330 кг/м³ (рис. 3), а прочность на сжатие (через 2 часа твердения в воздушно-сухих условиях) – от 8,8 до 1,4 МПа.

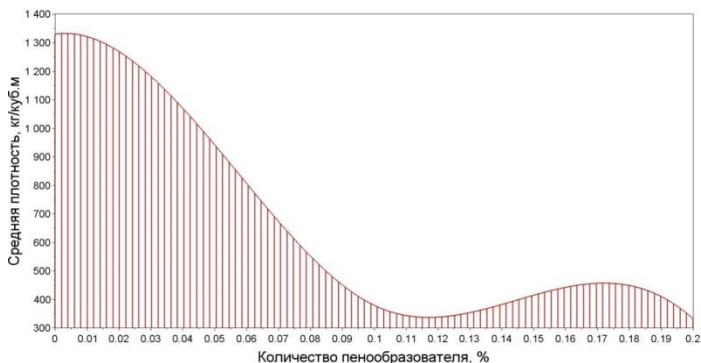


Рисунок 3 - Зависимость средней плотности ПГК от количества ПО «Пеностром»

В то же время, равнозначное изменение количества рабочего раствора ПО «Foam X» приводит к повышению средней плотности образцов ПГК от 1330 до 1422 кг/м³, то есть в 1,1 раза, а прочности на сжатие – от 8,8 до 17 МПа, то есть в 1,9 раза (рис. 4).

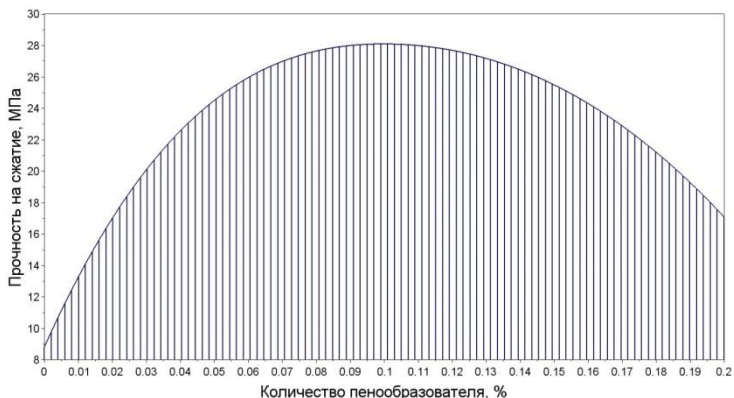


Рисунок 4 - Зависимость прочности на сжатие ПГК от количества ПО «Foam X»

Заключение

На основании выполненных экспериментальных исследований установлен характер влияния синтетического и белкового пенообразователей на изменение средней плотности и прочности на сжатие пеногипсовых композиций,готавливаемых в условиях сухой минерализации пен гипсовым вяжущим. Выявлено, что при равнозначном количестве рабочего раствора (0,2 % от объема воды затворения) и при кратности образующихся пен, равной 3, синтетический пенообразователь «Пеностром» позволяет существенно снизить (в 4 раза, до 330 кг/м³) плотность образцов пеногипсовых композиций с обеспечиваемой прочностью 1,4 МПа, а белковый пенообразователь «Foam X» – повысить в 1,9 раза (до 17 МПа) прочность поризуемого гипсового камня, плотность которого при этом составляет 1422 кг/м³.

Список литературы:

1. Повышение эффективности крупнопористого керамзитобетона нанодисперсными добавками / А.А. Пыкин [и др.] // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 20-23.

2. Особенности влияния пенообразователей нового поколения на пеногипсовые композиции / К.С. Петропавловский [и др.] // Интернет-Вестник ВОЛГГАСУ. 2013. № 4 (29). С. 1-7.
3. Lukuttsova N. Water films (nanofilms) in cement concrete deformations // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 15. С. 35120-35124.
4. Лукутцова Н.П. Наномодифицированные композиционные строительные материалы // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию строит. фак. и 85-летию БГИТУ (Брянск, 1-2 дек. 2015 г.). Брянск: Изд-во БГИТУ. 2015. Т. 1. С. 94-100.
5. Фотокаталитическое покрытие на основе добавки нанодисперсного диоксида титана / Н.П. Лукутцова [и др.] // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 5-8.
6. Lukuttsova N.P., Pykin A.A. Stability of nanodisperse additives based on metakaolin // Glass and Ceramics. 2015. № 11-12. P. 383-386.
7. Изучение свойств мелкозернистого бетона, модифицированного нанодисперсной добавкой серпентинита / А.П. Пустовгар [и др.] // Вестник МГСУ. 2013. № 3. С. 155-162.
8. Highly-Dispersed Wollastonite-Based Additive and its Effect on Fine Concrete Strength / N.P. Lukutsova [et al.] // Solid State Phenomena. 2018. T. 284. P. 1005-1011.
9. Свойства и структура строительного гипса с микрокристаллической целлюлозой / А.А. Пыкин [и др.] // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 12. С. 55–61.
10. Лукутцова Н.П., Устинов А.Г. Мелкозернистый бетон, модифицированный нанодисперсной добавкой биосилифицированных нанотрубок // Эффективные строительные композиты: материалы науч.-практ. конф. к 85-летию к 85-летию д-ра техн. наук Ю.М. Баженова (Белгород, 2-3 апр. 2015 г.). Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 396-400.
11. Лукутцова Н.П., Головин С.Н. Агрегативная устойчивость водных суспензий галлузитовых нанотрубок // Строительные материалы. 2018. № 1-2. С. 4-10.
12. Лукутцова Н.П., Кожухар В.М. Эколого-экономическая оценка сырьевой базы промышленности строительных материалов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. № 8 (548). С. 70-75.
13. Экстремальное моделирование оптимального состава и содержания микронаполнителя в бетоне / Е.Г. Карпиков [и др.] // Строительные материалы. 2015. № 11. С. 9-12.

ВЛИЯНИЕ ВИДА И СОДЕРЖАНИЯ НАПОЛНИТЕЛЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ПОРОШКОВЫХ БЕТОНОВ

Рахимбаев Ш.М., д-р техн. наук, профессор,
Толыпина Н.М., д-р техн. наук, профессор,
Хахалева Е.Н., канд. техн. наук, доцент,
Толыпин Д.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc3e55057.37073178

Аннотация. Исследовано влияние мраморного и кварцевого наполнителей на коррозионную стойкость порошковых бетонов. Установлено, что кварцевый наполнитель способствует росту стойкости порошковых бетонов, что может быть обусловлено повышением его активной поверхности при тонком измельчении.

Ключевые слова: порошковый бетон, минеральный наполнитель, коэффициент стойкости

Коррозионная стойкость порошковых бетонов малоизучена, в основном на тампонажных цементах [1-2]. Большое преимущество порошковых бетонов перед тяжелыми заключается в том, что у них соотношение $R_{сж}/R_{изг}$ близко к единице, в то время как у тяжелых бетонов может доходить до 10, а также меньше плотность и гораздо более высокая долговечность. Недостатком таких бетонов является повышенный расход цемента, из-за чего их не используют. Но в последнее десятилетие предложены пути снижения стоимости, в частности за счет применения наполнителей [3] Для порошковых бетонов характерна большая усадка, что вызывает вопрос об их трещиностойкости в условиях воздействия агрессивных сред. Вопросу влияния минеральных наполнителей различной природы на долговечность порошковых бетонов посвящается данная работа.

В качестве тонкоизмельченных наполнителей использовали кварцевый песок и мрамор с различными электроповерхностными свойствами. Так как наполнитель оказывает влияние на электроповерхностные свойства стенок капилляров, то можно предположить, что кварцевый песок с электроотрицательным поверхностным зарядом повышает величину отрицательного электрокинетического потенциала поверхности капилляров, что будет тормозить проникновение сульфат-ионов SO_4^{2-} , но усиливать продвижение положительных ионов Mg^{2+} . Мраморный наполнитель с

положительным знаком заряда поверхности повышает положительный электрокинетический заряд поверхности пор и капилляров, соответственно, результат оказывает противоположный кварцевому песку: будет замедлять проникновение ионов магния и способствовать продвижению сульфат-ионов. В этой связи можно предположить, что кварцевый наполнитель будет повышать коррозионную стойкость порошковых бетонов в сульфатных средах, а мраморный наполнитель – в магниезальных растворах.

Для проверки данной гипотезы были выполнены следующие эксперименты. Использовали порошковые бетоны следующих составов: цемент : наполнитель = 70:30 (В/Ц=0,3); цемент : наполнитель = 90:10 (В/Ц=0,3); цемент : кварцевый наполнитель : мраморный наполнитель = 70:15:15 (В/Ц=0,3). Из приведенных составов формовали образцы размером 2,5x2,5x10 см, которые после предварительного твердения в воде (14 сут) помещали в агрессивные растворы $MgCl_2$ и Na_2SO_4 1%-ной концентрации. Расход раствора на один образец составлял 250 мл. Через 3, 6 и 10 мес образцы испытывали на прочность при изгибе и сжатии, определяли фазовый состав (РФА) и микроструктуру бетона (РЭМ). Результаты испытаний приведены на рис. 1.

В качестве основного критерия использовали предел прочности при изгибе [4-10], как наиболее чувствительного показателя к коррозионным повреждениям структуры цементного камня. Следует отметить, что прочность образцов порошковых бетонов составов 70:30 и 90:10 мало отличалась, что обусловлено их низкой проницаемостью. Прочность при изгибе у образцов всех составов сначала увеличивалась (до 6 мес), а затем уменьшалась (к 10 мес). У образцов, содержащих 10 % наполнителя, вид минерального порошка (мрамор или кв. песок) не оказывал заметного влияния на твердение независимо от вида агрессивной среды. По-видимому, содержание наполнителя в количестве 10 % не влияет на формирование знака и величины дзета-потенциала цементной матрицы.

Прочность образцов состава 30П (ПЦ: молотый кв.песок=70:30) в растворе Na_2SO_4 снижается медленнее, чем в растворе $MgCl_2$, в то время как у образцов состава 30М (ПЦ: молотый мрамор=70:30) разница по прочности как в растворе Na_2SO_4 так и в растворе $MgCl_2$ незначительна. Порошковые бетоны с 30 % наполнителя из молотого кварцевого песка характеризуются некоторым превышением стойкости по сравнению с образцами бетона с 30 % наполнителя из молотого мрамора.

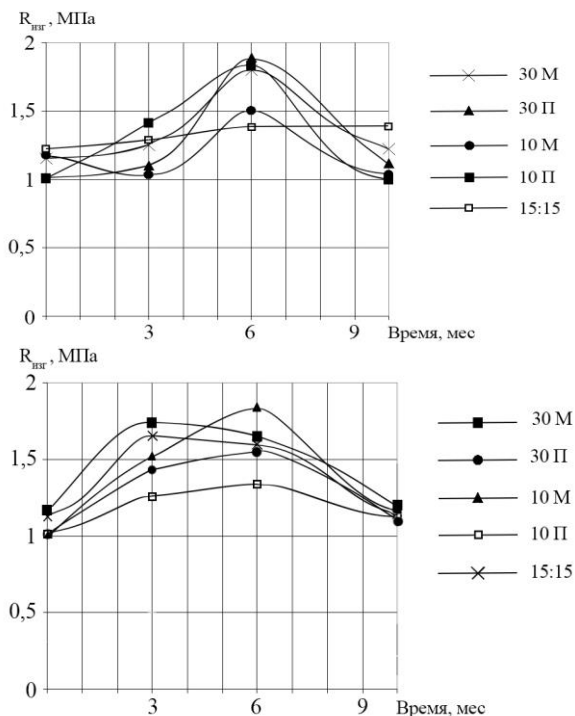


Рисунок 1 – Кинетика твердения образцов бетона в 1%-ных растворах $MgCl_2(a)$ и $Na_2SO_4(б)$: 15:15 – (ПЦ:молотый мрамор: молотый кв. песок=70:15:15); 10М – (ПЦ:молотый мрамор=90:10); 10 П – (ПЦ:молотый кв. песок=90:10); 30М – (ПЦ:молотый мрамор=90:30); 30 П – (ПЦ:молотый кв. песок=90:30)

Наибольшую стойкость показали образцы порошкового бетона состава ПЦ : молотый мрамор: молотый кв. песок=70:15:15, затем следуют порошковые бетоны с наполнителем в количестве 10 % (ПЦ:молотый мрамор=90:10; ПЦ:молотый кв. песок=90:10) с небольшой разницей по стойкости. Меньшей стойкостью обладают образцы с тонкоизмельченным порошком в количестве 30 % (ПЦ:молотый кв. песок=70:30; ПЦ:молотый мрамор=70:30), преимущество по стойкости дают составы с 30 % молотого кварцевого песка (рис. 2).

Необходимо учесть, что вид наполнителя оказывает влияние не только на электроповерхностные свойства стенок капилляров, но и на

формирование структуры цементной матрицы, ее пористости. С этой точки зрения необходимо рассмотреть результаты, полученные с добавкой смеси двух наполнителей ПЦ : 15 мрамор :15 кв.песок, которые показали наилучшую стойкость по сравнению с другими составами порошковых композитов с одним видом наполнителя, как в среде $MgCl_2$, так и Na_2SO_4 . Если вводить одновременно в цемент 15 % кварцевого порошка и 15 % мраморного, электрокинетический потенциал поверхности пор мало меняется, но благодаря противоположным электроповерхностным зарядам, наблюдается взаимное их электростатическое притяжение, что способствует формированию плотной цементной матрицы.

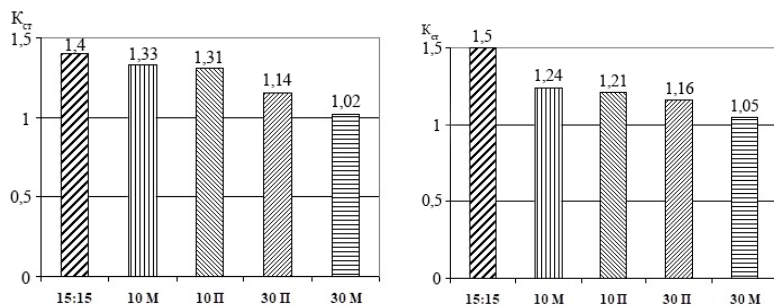


Рисунок 2 – Коэффициент стойкости образцов (по $R_{изг}$) в растворе Na_2SO_4 (а) и $MgCl_2$ (б): 15:15 – (ПЦ:молотый мрамор: молотый кв. песок=70:15:15); 10М – (ПЦ:молотый мрамор=90:10); 10 П – (ПЦ:молотый кв. песок=90:10); 30 М – (ПЦ:молотый мрамор=70:30); 30П – (ПЦ:молотый кв. песок=70:30)

Этот фактор является очень важным, так как такой способ позволяет существенно экономить вяжущее, что очень важно для порошковых бетонов с повышенным расходом цемента, и при этом обеспечивать его повышенную стойкость и сохранность в химически-агрессивных средах.

Исходя из теории электрокинетических явлений, можно предположить, что при использовании мраморного наполнителя стойкость образцов в растворе Na_2SO_4 должна быть ниже, чем в $MgCl_2$ в сравнении с молотым кварцевым песком. Фактически во всех случаях коэффициенты стойкости образцов порошкового бетона с молотым кварцевым песком мало отличаются от коэффициента стойкости образцов бетона с мраморным наполнителем. Это противоречит данным

[11], в которых показано, что проницаемость образцов из ППЦ для ионов Cl^- ниже, чем у чистого ПЦ, хотя В/Ц и пористость первых значительно больше. Указанное противоречие обусловлено тем, что ион Mg^{2+} , в отличие от иона Na^+ , значительно сильнее притягивается к отрицательно заряженным центрам кварцевого порошка, поэтому на стенках капилляров образуется «запорный» слой из иона Mg^{2+} , который затрудняет диффузию ионов разного состава.

Изложенные данные и теоретические соображения будут полезны при выборе рациональных составов порошковых бетонов при использовании в агрессивных средах.

Выводы.

Результаты показали, что наполнитель оказывает влияние не только на электроповерхностные свойства стенок капилляров, но и на формирование структуры цементной матрицы, ее пористости. При использовании мраморного наполнителя происходит осаждение на его поверхности частиц коллоидного объемного слоя гидросиликатов кальция, образующихся при гидратации цемента. Повышенная стойкость порошковых бетонов на кварцевом наполнителе может быть обусловлена тем, что при тонком измельчении кварцевого песка повышается его активная поверхность, что обуславливает взаимодействие силанольных групп $-\text{Si}-\text{OH}$, находящихся на поверхности частиц кварцевого песка с ионами кальция с образованием гидросиликатов кальция, что способствует срастанию поверхности частиц с цементной матрицей.

Список литературы:

1. Рахимбаев Ш.М., Рябова Л.И., Агзамов Ф.А., Авершина Н.М. Прогнозирование долговечности цементного камня в коррозионно-активных средах // Экспресс-информация. Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. Москва, 1991. Вып. 8. С.22–30.
2. Кравцов В. М., Мавлютов М. Ф. Исследование коррозионной стойкости мономинеральных цементов в условиях сероводородной агрессии // Изв. вузов: нефть и газ. 1981. № 5. С.22–26.
3. Калашников В.И., Москвин Р.Н., Белякова Е.А., Белякова В.С., Петухов А.В. Высокодисперсные наполнители для порошково-активированных бетонов нового поколения // Системы. Методы. Технологии. 2014. № 2(22). С.113–118.
4. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземосодержащего компонента / Белгород, 2016.

5. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
6. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
7. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.
8. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф., Глаголев Е.С. Несущая способность сталебетонных плит по нормальному сечению // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 42–44.
9. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Глаголев Е.С., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Несущая способность сталебетонных полигональных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 102–105.
10. Севостьянов В.С., Перельгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования энергосберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 76–80.
11. Савич Е.Г. Исследование диффузии растворов хлористых солей в цементном камне и бетоне//Автореф. на соиск. ..к.т.н., Ростов-на-Дону. 1982. 20 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ТОНКОМОЛОТЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ

Саламанова М.Ш., канд. техн. наук, доцент,

Узаева А.А., аспирант,

Муртазаева Э.Д., магистрант,

Ахматов А.Р., магистрант,

Грозненский государственный нефтяной

технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc400a134.67571802

Аннотация. В данной работе представлены результаты исследования барханных песков и рациональные возможности использования их в производстве многокомпонентных вяжущих. Разработаны рецептуры виброактивированных тонкомолотых цементов на основе барханных песков, изучены свойства полученных вяжущих, и определена перспектива получения ремонтных модифицированных составов на их основе.

Ключевые слова: барханные пески, ремонтные составы, тонкомолотые вяжущие, удельная поверхность, виброактивация, Водоотделение, поровое пространство.

Сложная геологическая история сказалась на формировании разнообразного рельефа поверхности Чеченской Республики. Здесь можно наблюдать самые всевозможные формы песчаного рельефа. Широко распространены заросшие травянистой растительностью грядовые и бугристые пески. А в северной и восточной частях Терского массива встречаются участки сыпучих барханных песков, они занимают примерно 2 тыс. км², и что составляет 50-60 % от сельскохозяйственных угодий. Образовались барханные пески вследствие развеивания грядовых песков [1-3]. Барханные пески могли бы стать огромным сырьевым ресурсом в производстве строительных материалов, но применяются в основном в незначительных объемах в качестве заполнителей для бетонов.

В данной работе представлены результаты исследования барханных песков и рациональные возможности использования их в производстве тонкомолотых вяжущих (ТМВ). Изучение барханных песков показало, что в гранулометрическом составе в основном преобладают частицы размером меньше 0,1 мм, модуль крупности меньше единицы, относя данные пески к разряду тонких песков. Минеральный состав барханных песков отличается тем, что суммарно

они могут содержать до 50 % полевых шпатов, карбонатов и глинистых примесей.

Визуальный анализ с помощью бинокулярного микроскопа установил, что данные пески светлого, а местами серовато-желтоватого цвета. Преимущественно они представлены зернами белого, прозрачного и замутненного кварца. Изучение частиц барханного песка методом сканирующей электронной микроскопии (рисунок 1), показало, наличие зерен неправильной формы с овальными, сглаженными контурами, в небольшом количестве присутствуют остроугольные обломки. Энергодисперсионный микроанализ и физико-механические свойства исследуемых барханных песков представлены на рисунке 2 и в таблице 1.

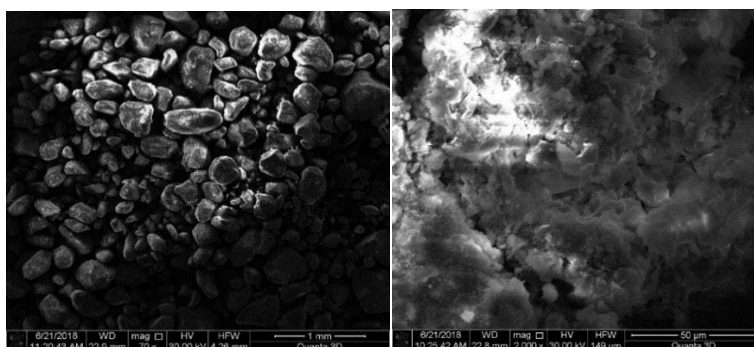


Рисунок 1 – Микрофотография зерен барханного песка

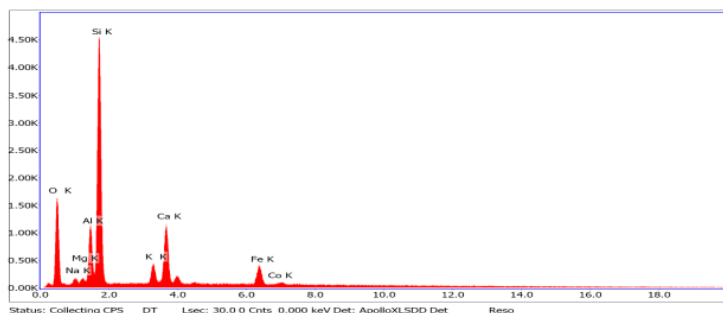


Рисунок 2 – Энергодисперсионный анализ барханного песка, Чеченская Республика

Таблица 1 – Основные физико-механические характеристики барханных песков

Размер сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	Остаток на дне сит
Частные остатки, %	-	3,5	2,7	3,1	31,7	59
Полные остатки, %	-	3,5	6,2	9,3	41,0	
Модуль крупности	0,6					
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	5,4					
Истинная плотность зерен, кг/м ³	2650					
Средняя насыпная плотность, кг/м ³	1390					
Пустотность песка, %	48					
Водопотребность, %	12					

Для разработки составов тонкомолотых активированных вяжущих на основе барханных песков приготавливались различные композиции многокомпонентных связок, которые потом смешивались в определенном соотношении и подвергались механоактивации мельнице в течение 10 и 20 минут (таблица 2).

Для исследования свойств виброактивированных тонкомолотых вяжущих изучались физико-механические характеристики, для этого приготавливались образцы-балочки размером 40x40x160 мм из цементно-песчаного раствора консистенции 1:3 на стандартном монофракционном Вольском песке с модулем крупности 2,3 и испытывали их после нормального 28 суточного твердения. Исследование порового пространства цементного камня с использованием тонкомолотых виброактивированных в течение 10 и 20 минут вяжущих на основе барханных песков осуществляли методом ртутной порометрии, результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 2 – Рецептуры тонкомолотых вяжущих

№ состава	Способ активации	Условное обозначение	Содержание компонентов тонкомолотого вяжущего, %		
			ПЦ	Барханный песок	С-3
1	Совместная виброактивация в мельнице ВМ-20	ПЦ	100	-	-
2		ТМВ-85	84	15	1,0
3		ТМВ-75	74	25	1,0
4		ТМВ-65	64	35	1,0

Примечание: ТМВ –тонкомолотое вяжущее; ПЦ – портландцемент

Водопоглощение цементного камня характеризует способность впитывать и удерживать в порах воду. Вода заполняет открытые поры, поэтому по водопоглощению можно судить об открытой пористости материала.

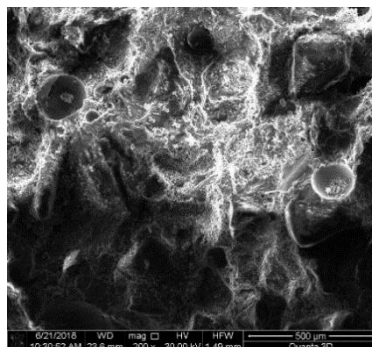
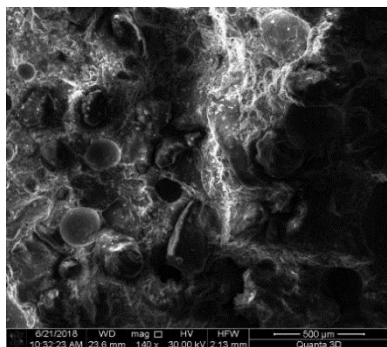
Таблица 3 – Суммарный объем пор и распределение их по размерам

Наименование вяжущего	НГ, %	Водопоглощение, %	Пористость, см ³ /г	Радиус пор, мкм и их содержание, см ³ /г				Активность, МПа, 28 сут.
				более 1	1-0,1	0,1-0,01	0,01-0,001	
Виброактивация в течение 10 минут								
ПЦ	27,5	12,6	0,122	0,0093	0,0692	0,0319	0,0116	48,6
ТМВ-85	18	6,4	0,0636	0,0018	0,0023	0,0463	0,0132	52,3
ТМВ-75	19,1	6,0	0,0597	0,0014	0,0020	0,0443	0,0120	51,8
ТМВ-65	20,3	10,1	0,1010	0,0100	0,0524	0,0268	0,0118	44,5
Виброактивация в течение 20 минут								
ПЦ	29,6	13,6	0,134	0,0098	0,0699	0,0321	0,0119	46,7
ТМВ-85	20,8	6,8	0,0647	0,0020	0,0028	0,0468	0,0135	50,8
ТМВ-75	22,1	6,3	0,0604	0,0017	0,0026	0,0445	0,0123	50,0
ТМВ-65	23,5	11,3	0,1016	0,0110	0,0531	0,0272	0,0124	43,1

Анализируя результаты исследований, необходимо отметить, что по сравнению с ненаполненным вяжущим в тонкомолотых наблюдается 4-5 кратное снижение количества пор с радиусом больше 1 мкм, на

порядок уменьшилось количество капиллярных пор радиусом 1-0,1 мкм, появляется сдвиг радиуса пор в сторону мельчайших капилляров. Суммарный объем пор цементного камня на ТМВ примерно в 2 раза меньше по сравнению с объемом пор ненаполненного виброактивированного портландцемента.

Исследование цементного камня с применением тонкомолотого подвергнутого виброактивации в течение 10 минут вяжущего со степенью заполнения 25 % барханных песков осуществлялось на растровом электронном микроскопе Quanta 3D 200 i с интегрированной системой микроанализа Genesis Apex 2 EDS от EDAX (рисунок 3). Было выявлено, что полученный образец обладает более плотной упаковкой гидратов и соединений в цементном камне. Это обусловлено присутствием мельчайших прослоек воды между зернами новообразований и характерное формирование низкоосновных гидросиликатов в стесненном объеме. Можно отметить в зонах микротрещин и дислокаций избирательное точечное расположение, а не эффект «припудривания» частиц поверхностно-активного вещества на зернах цемента. Именно это и является причиной того, что количество ПАВ для получения ТМВ составляет совсем незначительную величину от общей суммарной поверхности частиц портландцемента.



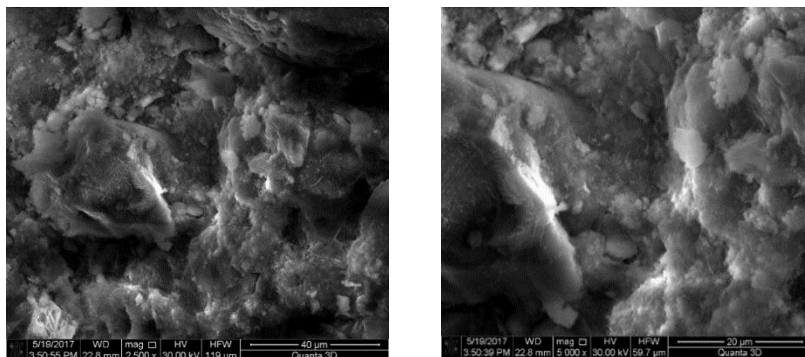


Рисунок 3 – Микрофотографии исследования цементного камня на виброактивированном ТМВ-75 при различном увеличении

Такое расположение поверхностно-активного вещества на поверхностных слоях цемента способствует увеличению сроков схватывания тонкомолотых вяжущих [1,2,8,9]. Можно отметить, что процесс взаимодействия предлагаемых вяжущих с водой начинается значительно медленнее, так как поверхность клинкерных минералов защищена ПАВ и воде нужно какое-то время, чтобы проникнуть к микротрещинам и дефектам. Поверхность клинкерных минералов, которая не имеет этих микротрещин, в реакцию с водой вступает значительно медленнее. Но в активированном совместно с минеральным компонентом портландцементе процесс растворения частичек ПАВ и взаимодействия воды с клинкерным зерном резко ускоряется. Это и является объяснением существенному снижению водопотребности ТМВ-75, нормальная густота которых может достигать минимальных значений.

Исследование водоудерживающей способности проводили по определению водоотделению цементного теста тонкомолотых вяжущих на основе барханных песков, так как этот параметр характеризует негативную форму седиментации, при которой определенное количество воды из смеси затворенного вяжущего стремится подняться на поверхность бетонной смеси. Расслоению способствует невозможность частицами вяжущего при их осаждении удерживания всей воды затворения. Процесс водоотделения, влияющий на расслоение смеси, можно вычислить количественно как суммарное осаждение на единицу толщины бетона [2,4,9-11].

Водоотделение смеси приводит к тому, что поверхность верхнего слоя цементного камня окажется достаточно влажной и последующие слои бетона будут пористыми, слабыми и недолговечными. Если отделяющаяся вода вновь перемешивается при окончательной обработке поверхности верхнего слоя, то образуется недолговечная поверхность. Для того чтобы предотвратить это явление необходимо не делать окончательной отделки изделий пока не испарится отделяющаяся вода, желательнее пользоваться деревянными мастерками при отделке поверхности. Если же вода испаряется с поверхности значительно быстрее, чем заканчивается процесс водоотделения, то это приведет к растрескиванию цементного камня и пластической усадке. В соответствии с ГОСТ 310.6-85 проводились исследования водоотделения виброактивированных тонкомолотых вяжущих на основе барханных песков, результаты показаны в таблице на рисунке 4.

Таблица 4 – Исследование водоотделения тонкомолотых вяжущих

Наименование вяжущего	НГ, %	Водопоглощение, %	Первоначальный объем цементного теста $V_1, \text{см}^3$	Объем осевшего ТМВ $V_2, \text{см}^3$	Коэффициент водоотделения (объемный) $K_B, \%$
Виброактивация в течение 10 минут					
ПЦ	27,5	12,6	380	313	17,6
ТМВ-85	18	6,4	380	315	17,1
ТМВ-75	19,1	6,0	380	317	16,5
ТМВ-65	20,3	10,1	380	310	18,4
Виброактивация в течение 20 минут					
ПЦ	29,6	13,6	380	309	18,6
ТМВ-85	20,8	6,8	380	313	17,6
ТМВ-75	22,1	6,3	380	312	17,8
ТМВ-65	23,5	11,3	380	308	18,9

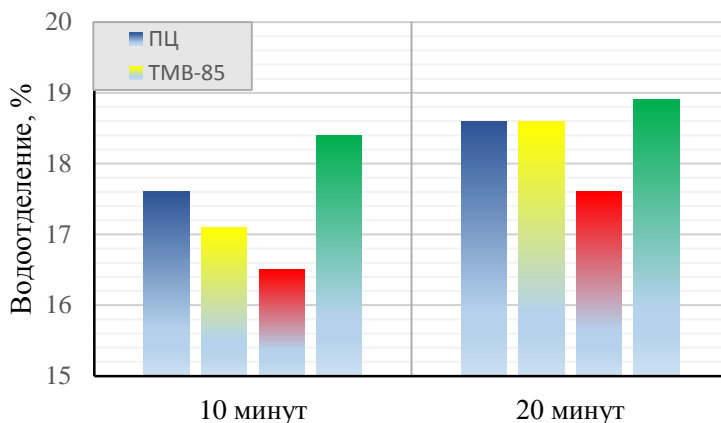


Рисунок 4 – Зависимость изменения водоотделения ТМВ от степени наполнения и продолжительности вибромеханоактивации

Результаты исследований показали, что вибромеханоактивация вяжущих положительно сказывается на седиментационных процессах цементного теста, мы наблюдаем снижение водоотделения в наполненных системах. Но продолжительность активации способствует повышению этого показателя, при 20 минутах измельчения, вяжущие увеличивают значения водоотделения, поэтому целесообразней механоактивация 10 минут.

Наиболее минимальные показатели водоотделения мы отмечаем у тонкомолотых вяжущих со степенью наполнения 75:25 %. Вероятно, это обусловлено тем, что тонкодисперсная минеральная добавка барханного песка при такой степени наполнения имеет самые выгодные условия для оседания и удерживания всей воды затворения, что в дальнейшем отразится на свойствах мелкозернистого бетона.

Таким образом, использование предлагаемых виброактивированных тонкомолотых вяжущих на основе барханных песков дает нам перспективу получать эффективные ремонтные модифицированные составы из мелкозернистых бетонов с классом прочности от В40 до В60, за счет снижения водопотребности бетонной смеси, при этом показатели удобоукладываемости не изменяются, улучшения физико-механических свойств и при помощи химических модификаторов мы сможем регулировать процессом формирования структуры бетонного композита.

Список литературы:

1. Дворкин Л.И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. Киев: Выща шк., 1989. 210 с.
2. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород // Устойчивое развитие горных территорий. 2015. № 1(23). С.23-28.
3. Муртазаев, С-А.Ю., Саламанова, М.Ш., Бисултанов, Р.Г, Муртазаева, Т.С-А. Высококачественные модифицированные бетоны с использованием вяжущего на основе реакционно-активного минерального компонента // Строительные материалы. 2016. № 8. С.74-80.
4. Батаев Д.К-С., Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С-А. [и др.] Рецептуры высокопрочных бетонов на техногенном и природном сырье // Актуальные проблемы современной строительной науки и образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию строительного факультета ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», 12-13 октября 2017 г. Грозный: Бисултанова П.Ш., 2017. С.109-117.
5. Удодов С.А., Черных В.Ф., Черный Д.В. Применение пористого заполнителя в отделочных составах для ячеистого бетона // Сухие строительные смеси. 2008. № 3. С.70.
6. Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T. On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete //В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. С. 04018.
7. Stelmakh S.A., Nazhiev M.P., Shcherban E.M., Yanovskaya A.V., Cherpakov, A.V. Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures // Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule. Edited by Yun-Hae Kim, I.A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. С. 337.
8. Shuisky A., Stelmakh, S., Shcherban, E., Torlina, E. Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete // MATEC Web of Conferences Сер. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017" 2017. С. 05011.
9. Солдатов, А.А., Сариев, И.В., Жаров, М.А., Абдураимова, М.А. Строительные материалы на основе жидкого стекла // В сборнике: Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техносферной безопасности Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального

- университета. Н.И. Стоянов (ответственный редактор). 2016. С. 192-195.
10. Лесовик В.С., Муртазаев С-А.Ю., Сайдумов М.С. Строительные композиты на основе отсевов дробления бетонного лома и горных пород: научное издание. Грозный: МУП «Типография», 2012. 192 с.
 11. Афонина М.И., Иванов С.В. Опыт и перспектива использования покрытий-заменителей снега в зимних рекреационных и спортивных комплексах // Экономика строительства и природопользования. 2016. № 1. С. 66-72.

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИИ И ВИДА ЗАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА РЕМОНТНЫХ СОСТАВОВ

Саламанова М.Ш., канд. техн. наук, доцент,

Узаева А.А., аспирант,

Муртазаева Э.Д., магистрант,

Ахматов А.Р., магистрант

*Грозненский государственный нефтяной
технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова
DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc40eafc8.07426207*

Аннотация. В работе исследуется влияние гранулометрического состава и вида мелкого заполнителя на свойства ремонтных составов. Предлагаются технологические мероприятия, дающие возможность расположить кривые просеивания полученных смешанных песков к рекомендуемой зоне оптимального гранулометрического состава, тем самым снижается водопотребность и межзерновую пустотность заолнителя. Представлены результаты испытаний ремонтных составов на основе обогатленного барханным песком заполнителя.

Ключевые слова: гранулометрический состав, обогащение песков, пустотность, ремонтный состав, барханные пески, мелкозернистый бетон, кривая просеивания, кинетика набора прочности.

Проектируемые рецептуры ремонтных составов из мелкозернистого бетона на основе многокомпонентных тонкомолотых вяжущих должны, в конечном счете, создать такую однородную среду, в которой будут плотно упаковываться частицы портландцемента, минеральной добавки из барханных песков, ПАВ и заполнителя. Вероятность получения качественной и долговечной композиции высокой прочности и плотности возможна только при корректном подборе всех компонентов бетонной смеси [1-5].

Так как в состав ремонтных составов из мелкозернистого бетона входят только два компонента вяжущее и заполнитель, то именно от качества песка, его минералогического, химического и гранулометрического состава будут зависеть реологические, технологические и прочностные параметры композита. Модуль крупности, размер и форма поверхности, межзерновая пустотность, водопотребность и другие важные свойства оказывают влияние на показатели бетонной смеси, цементного камня и, конечно же, мелкозернистого бетона [6-8].

Для получения ремонтных модифицированных составов из

мелкозернистых бетонов были изучены свойства трех видов природных песков: барханные пески Шелковского месторождения, отсеvy дробления валунно-песчаных горных пород Аргунского месторождения и кварцевые пески Червленского месторождения использовались для проведения сравнительного анализа. Все исследованные в работе пески существенно отличаются по своему химическому, минералогическому и гранулометрическому составу, свойствам и характеристике их приведены подробно во второй главе. Барханные пески относятся к классу тонких с модулем крупности $M_k = 0,6$, водопотребность их довольно высокая 12 %, межзерновая пустотность так же имеет высокий показатель 48 %, поэтому для получения прочных и долговечных мелкозернистых бетонов необходимо обогащать данные пески высевками от дробления горных пород, которые относятся к категории очень крупных песков с модулем крупности 3,58. На рисунке 1 мы наблюдаем, что ни одна из кривых просеивания не легла в допустимую зону, барханные пески, находятся в зоне мелких песков, а отсеvy дробления в зоне крупных песков.

Поэтому для того чтобы получить качественные композиции, необходимо укрупнять зерновой состав барханных песков, для чего можно использовать такие технологические мероприятия, как фракционирование барханных песков и отсевов дробления, изъятие более крупных фракций, добавление более мелких фракций и обогащение недостающими фракциями. Использованные технологические мероприятия (таблица 1) дали возможность расположить или приблизить кривые просеивания полученных смешанных песков к рекомендуемой зоне оптимального гранулометрического состава, а также снизить водопотребность и межзерновую пустотность.

Фракционированием отсевов дробления Аргунского месторождения и тонких барханных песков мы получили различные композиции обогащенных песков, результаты представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

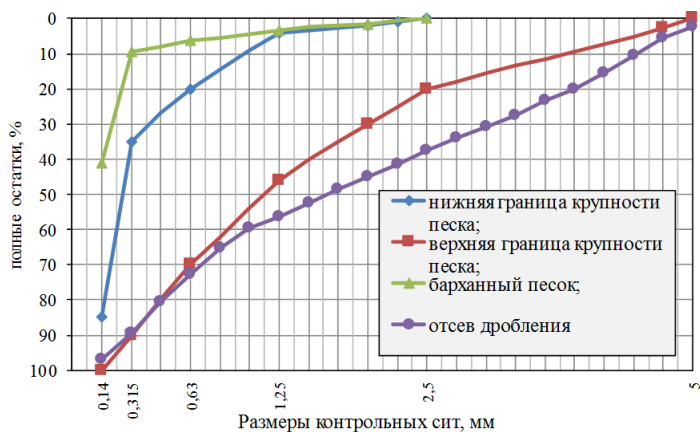


Рисунок 1 – График кривых просеивания исследуемых песков

Таблица 1 – Технологические приемы обогащения песков

Шифр обогащенного песка	Соотношение отсева дробления: барханный песок	Количество изъятной фракции отсева дробления 5-2,5 мм, %	Количество изъятной фракции отсева дробления 1,25-0,63 мм, %	Количество добавленной фракции отсева дробления 0,63-0,315 мм, %	Количество добавленной фракции обогащенного песка 0,14-0,315 мм, %
1	40/60	50	10	-	60
2	60/40	60	-	20	40
3	30/70	70	-	-	70
3	50/50	40	10	-	50
5	80/20	-	80	60	20

Результаты получения оптимального зернового состава мелкого заполнителя показали, что технологические приемы, применённые в рецептурах обогащенных песков № 1 и 2 являются наиболее эффективными, так как наблюдается снижение пустотности, водопотребности, что в дальнейшем положительно отразится на свойствах ремонтных модифицированных составов из мелкозернистого бетона.

Таблица 2 – Гранулометрический состав обогащенных песков

Шифр песка	Полные остатки (%) на ситах, мм						Модуль крупности	Насыпная плотность, кг/м ³	Пустотность, %	Водопоглощаемость, %
	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14				
1	2,2	20,8	35,3	53	65,9	96,8	2,70	1500	41,5	6,9
2	2,2	18,6	38,1	59,8	75,9	96,8	2,91	1510	38,8	6,5
3	2,2	11,4	30,9	52,6	68,7	96,8	2,60	1460	42,7	7,4
4	-	22,2	34,5	49	65,1	96,8	2,67	1470	43,1	7,0
5	2,2	41,4	60,9	67,1	83,2	96,8	3,51	1540	44,2	5,9

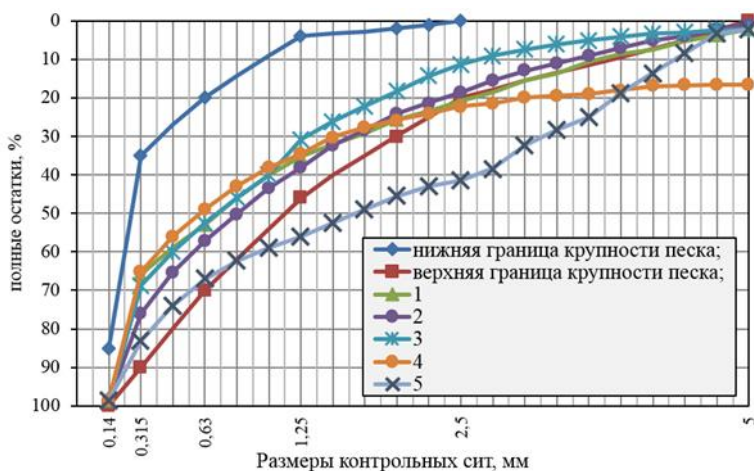


Рисунок 2 – График кривых просеивания обогащенных песков

Для подтверждения выдвинутой гипотезы и оценки влияния гранулометрического состава заполнителя на свойства бетона, были приготовлены образцы кубы размером 10x10x10 см из бетонной смеси с классом по подвижности П3 с использованием портландцемента, не домолотого без добавочного и обогащенных песков, рецептуры которых показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние зернового состава песка на свойства ремонтных модифицированных составов

Шифр песка	Расход материалов, кг/м ³			В/Ц	Свойства ремонтного бетона		
	ПЦ	П	В		Средняя плотность, кг/м ³	Прочность, МПа в возрасте 28 сут	Водопоглощение, %
1	535	1520	214	0,40	2250	43,4	7,8
2	530	1530	201	0,38	2240	46,2	6,7
3	545	1510	223	0,41	2255	42,8	7,6
4	540	1510	210	0,39	2240	39,7	8,2
5	525	1530	204	0,39	2235	38,5	9,4

Полученные результаты подтверждают мнение, что гранулометрический состав заполнителя влияет на свойства ремонтного бетона, можно отметить, что со снижением пустотности песка (состав №2) наблюдается прирост прочности, к тому же расход цементного теста уменьшается, улучшение свойств можно объяснить оптимальным присутствием в составе заполнителя зерен барханного песка окатанной формы. Так же можно отметить, что с уменьшением модуля крупности песка водопотребность бетонной смеси увеличивается, вероятно, это связано с увеличением водопотребности заполнителя [3,9-11].

На следующем этапе исследовано влияние гранулометрического состава полученных обогащенных заполнителей на свойства ремонтных модифицированных составов с применением виброактивированного тонкомолотого вяжущего на основе барханных песков в качестве минерального наполнителя. Для получения составов бетонов была приготовлена бетонная смесь с использованием ТМВ-75 виброактивированного в течение 10 минут и обогащенных песков (шифр 2), подвижность смеси увеличилась, так как в состав тонкомолотого вяжущего входит ПАВ, а водопотребность уменьшилась. Были изготовлены образцы кубы размером 10x10x10 см, которые твердели в камере выдерживания при температуре 20 ± 2 °С и влажности 95 %. Изучалась кинетика набора прочности на 3, 7 и 28 сутки твердения, результаты испытаний приведены на рисунке 3.

Результаты испытаний ремонтных модифицированных составов из мелкозернистого бетона показали, что использование тонкомолотого вяжущего ТМВ -75 благоприятно сказалось на прочностных

характеристиках композитов с применением обогащенных песков всех исследуемых составов, в сравнении с образцами на традиционном портландцементе. Можно отметить, что использование многокомпонентного вяжущего, в составе которого суперпластификатор С-3, находится в комплексе с портландцементом и минеральной добавкой барханного песка, заметно снижает водопотребность бетонной смеси.

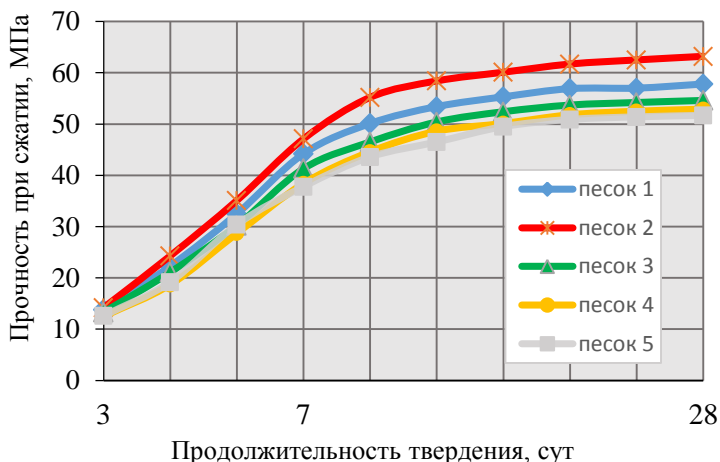


Рисунок 3 – Зависимость прочности от гранулометрического состава песка

Так же отмечается, что при фракционировании заполнителя можно добиться наименьших показателей межзерновой пустотности, что положительно сказывается на свойствах ремонтного бетона, при этом соотношение заполнителей отсева дробления к барханному песку 60/40 % является наиболее выгодным, что подтверждается результатами испытаний приведенных на рисунке 4.

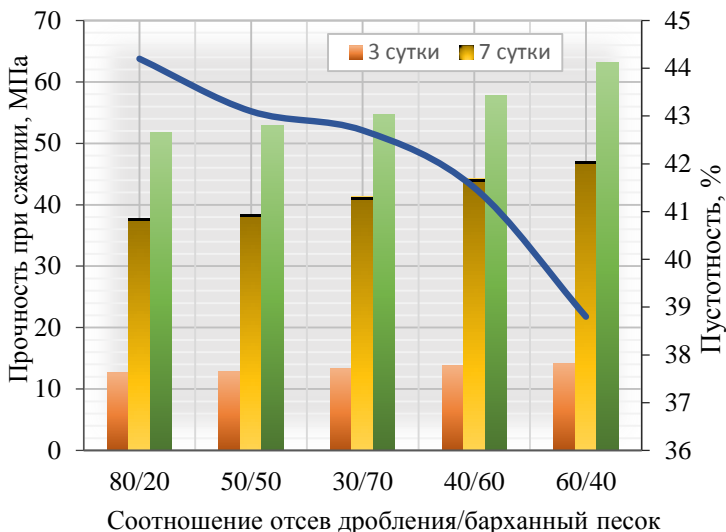


Рисунок 4 – Диаграммы зависимости прочности бетона и пустотности от соотношения фракций заполнителя

Таким образом, определена оптимальная рецептура обогащенного песка (шифр песка 2), в которой удаление 60 % фракции 2,5 – 1,25 мм отсева дробления и добавление 40 % фракции 0,315 – 0,14 мм барханного песка, позволяет существенно снижает пустотность заполнителя до 38,8 % и водопотребность до 6,5 %, значительно улучшая свойства полученного с их использованием ремонтного модифицированного состава.

Список литературы:

1. Дворкин Л.И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. Киев: Выща шк., 1989. 210 с.
2. Муртазаев С-А.Ю. Саламанова М.Ш. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород // Устойчивое развитие горных территорий. 2015. № 1(23). С.23-28.
3. Муртазаев С-А.Ю., Саламанова М.Ш., Бисултанов Р.Г, Муртазаева Т.С-А. Высококачественные модифицированные бетоны с использованием вяжущего на основе реакционно-активного минерального компонента // Строительные материалы. 2016. № 8. С.74-80.

4. Батаев Д.К.-С., Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С.-А. [и др.] Рецептуры высокопрочных бетонов на техногенном и природном сырье // Актуальные проблемы современной строительной науки и образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 60-летию строительного факультета ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», 12-13 октября 2017 г. –Грозный: Бисултанова П.Ш., 2017. С.109-117.
5. Удодов С.А., Черных В.Ф., Черный Д.В. Применение пористого заполнителя в отделочных составах для ячеистого бетона // Сухие строительные смеси. 2008. № 3. С.70.
6. Nesvetaev G., Koryanova Y., Zhilnikova T On effect of superplasticizers and mineral additives on shrinkage of hardened cement paste and concrete //В сборнике: MATEC Web of Conferences 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. С. 04018.
7. Stelmakh S.A., Nazhiev M.P., Shcherban E.M., Yanovskaya A.V., Cherpakov A.V. Selection of the composition for centrifuged concrete, types of centrifuges and compaction modes of concrete mixtures // Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications (PHENMA 2018) Abstracts & Schedule. Edited by Yun-Hae Kim, I.A. Parinov, S.-H. Chang. 2018. С. 337.
8. Shuisky A., Stelmakh S., Shcherban E., Torlina E. Recipe-technological aspects of improving the properties of non-autoclaved aerated concrete // MATEC Web of Conferences Сер. "International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment, ICMTMTE 2017" 2017. С. 05011.
9. Солдатов А.А., Сариев И.В., Жаров М.А., Абдураимова М.А. Строительные материалы на основе жидкого стекла // В сборнике: Актуальные проблемы строительства, транспорта, машиностроения и техноферной безопасности Материалы IV-й ежегодной научно-практической конференции Северо-Кавказского федерального университета. Н.И. Стоянов (ответственный редактор). 2016. – С. – 192-195.
10. Сайдумов М.С., Муртазаева Т.С.-А., Дускаев М.З., Хубаев М.С.-М. Современное состояние и перспективы применения высокопрочных бетонов в строительстве // В сборнике: Молодежь, наука, инновации Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. 2018. -С. 59-62.
11. Афонина М.И., Иванов С.В. Опыт и перспектива использования покрытий-заменителей снега в зимних рекреационных и спортивных комплексах // Экономика строительства и природопользования. 2016. № 1. С. 66-72.

ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА БАКТЕРИЙ, КАК КОМПОНЕНТА САМОВОССТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ МАТЕРИАЛОВ

Строкова В.В., д-р техн. наук, профессор,
Вициенко М.И.,
Духанина У.Н.,
Балицкий Д.А.

Белгородский государственный технологический
университет имени В.Г. Шухова

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc41f7aa1.51637467

Аннотация. В статье представлены результаты краткого обзора особенностей ряда микроорганизмов, используемых в качестве одного из основных компонентов материалов, способных самопроизвольно восстанавливаться. Приведены критерии, по которым проводился выбор микроорганизмов для исследований. Приведены основные признаки и особенности метаболизма, присущие отдельным штаммам рода *Bacillus*.

Ключевые слова: самовосстанавливающийся материал, биоминерализация, бактерии, род *Bacillus*, метаболизм

На основе анализа отечественной и зарубежной литературы можно сказать, что в основе подавляющего большинства материалов, способных к самовосстановлению используются биотехнологии. В частности, широкий отклик нашла биоминерализация – это процесс образования минералов при участии живых организмов (например, бактерий, грибов). В практическом аспекте, это метод, способствующий «заживлению» трещин строительных материалов [1, 2].

По представленным исследовательским методикам наиболее распространена бактериальная биоминерализация. Для такого рода «заживляющих» материал методик хорошо подходят бактерии рода *Bacillus*. Их использование определяется многими факторами: повсеместное распространение представителей рода, оптимальный цикл развития, необычайная устойчивость спор этих бактерий к физическим и химическим воздействиям и сочетанием некоторых полезных способностей, например, инсектицидного воздействия. Сфера коммерческого применения *Bacillus* затрагивает многие отрасли производства. Наиболее широко эти бактерии используют для производства ферментов, антибиотиков, инсектицидов и высокоочищенных биопрепаратов.

Кроме того данный род бактерий применяется в индустрии строительных материалов. Бактерии принимают участие в

формировании карбоната кальция, который, в свою очередь, частично может выполнять роль связующего. В строительном композите карбонат кальция может сократить количество капиллярных пор, увеличить его прочность на сжатие и срок службы бетонной конструкции.

С целью разработки самозалечивающихся материалов используются различные штаммы спорообразующих бактерий рода *Bacillus*: *Bacillus pasteurii*, *Bacillus sphaericus*, *Bacillus pseudofirmus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus Alkalinitrilicus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus pumilus* и некоторые другие [1–5].

Отличительные черты рода *Bacillus* определяют условия, которые необходимо соблюдать для того, чтобы ввести подходящие штаммы в работу по самовосстановлению материала. Прежде всего, это аэробные спорообразующие бактерии. Кроме того данный род является хемоорганотрофами. Метаболизм представителей *Bacillus* можно разделить следующим способом: строго дыхательный, строго бродильный и смешанный (и дыхательный и бродильный в определенных условиях среды) [1, 2].

Рассмотрим некоторые отдельные штаммы бактерий, которым отдается предпочтение в процессе разработки самовосстанавливаемых материалов. Все приведенные ниже штаммы рода *Bacillus* можно получить из почвы путем экстракции, что также облегчает экономический аспект решения проблемы.

Bacillus sphaericus является грамположительной бактерией, строго аэробной и не способной использовать сахара в качестве источника углерода и энергии. Она требует питательных сред, содержащих белки и ионы Ca^{2+} и Mg^{2+} для осуществления процесса споруляции. Имеет палочковидные эндоспоры, обладает инсектицидными свойствами [3, 4].

Bacillus pasteurii – аэробные грамположительные палочки. Относятся к уробактериям, так как обладают уреазной активностью. В ходе своего метаболизма разлагают мочевину до аммиака и углекислого газа. В связи с этим, наиболее благоприятными для них являются условия с поддержанием щелочной среды. Являются птеритрихами – бактериями, у которых большое количество жгутиков по всей поверхности оболочки для передвижения [2].

Bacillus megaterium – аэробные грамположительные палочковидные бактерии, располагающиеся в виде цепочки – стрептобацилл, спорообразующие. Участвуют в процессах амонификации, то есть непосредственно являются частью круговорота

азота в природе. Участвуют в восстановлении железа. Являются самыми крупными из представителей *Bacillus* и наиболее изучены по этой причине [2].

Bacillus cereus – грамположительные спорообразующие палочковидные бактерии. Размер колеблется от 0,5–2,5 до 1,2–10 мкм. Птеритрихи, поэтому весьма подвижные. Преимущественное расположение – цепочка. Проявляют аэробный или факультативно анаэробный характер жизнедеятельности. Патогенная природа препятствует использованию этих бактерий в разработках [5].

Таким образом, в данной статье кратко описаны основные критерии, по которым стоит отбирать бактерии для реализации процесса биоминерализации в строительных материалах. Основными преимуществами являются возможность получения бактерий рода *Bacillus* даже из почвы, их неприхотливость к питательным средам для выделения чистой культуры в ходе исследований.

Работа выполнена в рамках реализации гранта РФФИ, договор 18-29-12011.

Список литературы:

1. Балицкий Д.А., Духанина У.Н., Вициенко М.И. К вопросу о применении микроорганизмов в строительных материалах / Образование. Наука. Производство: сб. материалов X Международного молодежного форума // Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова (Белгород, 21–27 сент. 2018 г.), Белгород: Изд-во БГТУ, 2018.
2. Andalib R., Zaimi Abd Majid M., Keyvanfar A., Talaiekhazan A., Warid Hussin M., Shafaghat A., Mohd Zin R., Tin Lee C., Ali Fulazzaky M., Haidar Ismail H. Durability improvement assessment in different high strength bacterial structural concrete grades against different types of acids // *Sādhanā*. 2014. Vol. 39 (6). P. 1509–1522.
3. Luna-Finkler C.L., Finkler L. *Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* to Insect Control: Process Development of Small Scale Production to Pilot-Plant-Fermenters // *Insecticides – Advances in Integrated Pest Management*. 2001. P. 613–626.
4. Poopathi S., Abidha S. Mosquitocidal bacterial toxins (*Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* serovar israelensis): Mode of action, cytopathological effects and mechanism of resistance // *Global Journal of Anatomy and Physiology*. 2013. Vol. 1(1). P. 053–069.
5. Васильев Д.А., Калдыркаев А.И., Феоктистова Н.А., Алешкин А.В. Идентификация бактерий *Bacillus Cereus* на основе их фенотипической характеристики. Ульяновск: Изд-во ООО «Колор-Принт», 2013. 98 с.

АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖАРОПРОЧНОСТИ И БЕТОНОВ

Тимохин Р.А., канд. техн. наук

Дальневосточный федеральный университет

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc42d1a88.76061853

Аннотация. Классифицированы жаропрочные бетоны и огнеупорные материалы для их изготовления. Рассмотрены аспекты проектирования бетонов повышенной термостойкости.

Ключевые слова: жаропрочность, огнеупорность, бетон.

На современном этапе развития бетоноведения известен ряд композитов обладающих повышенной жаропрочностью и огнестойкостью. Данные композиты актуальны, в частности, для ракетных шахт, для которых применяется жаростойкий бетон.

Огнестойкость конструкции – это способность строительной конструкции сохранять несущие и ограждающие функции в условиях пожара. Жаростойкость бетона - стойкость к постоянному и длительному воздействию высокой температуры. Бетоны подразделяются в соответствии с предельно допустимой температурой применения на классы от И3 до И18. Для класса И3 предельно допустимая температура составляет +300°С, а для И18 - +1800 °С. При эксплуатации бетонов в условиях резких теплосмен особую роль играет их термическая стойкость – способность противостоять изменениям температуры, не разрушаясь при термических изменениях [1-2]. Данное свойство для бетона определяется, прежде всего, исходя из расчетов количества циклов нагрева и последующего охлаждения, которое в свою очередь бетон способен выдерживать до полного его разрушения [3]. Термостойкость бетона зависит также от его теплопроводности - способности материала передавать теплоту при перепаде температур по всему объему.

Огнестойкость сталефибробетонов исследована в [4], где было доказано, что стандартные методы определения предела огнестойкости для железобетонных конструкций не подходят для расчета фибробетонных конструкций.

У геобетона хорошая огнестойкость. Для подтверждения данной теории был проведен научный эксперимент. Блок из геополимера раскалили до более 200 градусов, продержав его в таком состоянии двое суток. Когда же бетонный блок остыл, на нем не обнаружилось ни одного малейшего повреждения [5].

Практические перспективы открывает нижеприведенная

классификация огнеупорных материалов (табл. 1).

Таблица 1 - Классификация огнеупорных материалов

1. Кремнезёмистые	1.1. Из кварцевого стекла 1.2. Динасовые 1.3. Динасовые с добавками 1.4. Кварцевые (бетонные и безобжиговые)
2. Алюмосиликатные	2.1. Полукислые 2.2. Шамотные 2.3. Муллитокремнезёмистые 2.4. Муллитовые 2.5. Муллитокорундовые 2.6. Из глинозёмокремнезёмистого стекла (волокнистые)
3. Глинозёмистые	3.1. Корундовые
4. Глинозёмо-известковые	4.1. Аллюминаткальциевые
5. Магнезиальные	5.1. Периклазовые
6. Известковые	6.1. Известковые
7. Магнезиально-шпинелидные	7.1. Периклазохромитовые 7.2. Хромитопериклазовые 7.3. Хромитовые 7.4. Периклазошпинелидные 7.5. Периклазошпинельные 7.6. Шпинельные
8. Хромистые	8.1. Хромокислые
9. Цирконистые	9.1. Бадделеитовые 9.2. Бадделеитокорундовые 9.3. Цирконовые
10. Оксидные	10.1. Специальные из огнеупорных оксидов: BeO, MgO, CaO, Al ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ , Y ₂ O ₃ , Sc ₂ O ₃ , SnO ₂ , HfO ₂ , ThO ₂ , UO ₂ , Sc ₂ O и др.
11. Углеродистые	11.1. Графитированные 11.2. Угольные 11.3. Углеродсодержащие
12. Бескислородные	Из нитридов, боридов, карбидов, силицидов и других бескислородных соединений (кроме углеродистых)

Для повышения огнестойкости конструкций считается перспективным применение изделий вариатропной структуры, характеризующихся наличием железобетонного ядра – т.е. несущего слоя и слоя из бетона повышенной термостойкости. Эффективно применение бетона с изменяющимися показателями плотности и термостойкости по мере роста величины температурного воздействия [6].

Исследованиями структуры бетона на разных масштабных уровнях доказано, что введение молотого шунгита как компонента вяжущего вещества бетона повышенной термостойкости в сочетании с хризотил-асбестовыми волокнами и каркасообразующим компонентом - гранулированным шлаком - обеспечивает повышение предела огнестойкости конструкций за счет динамического изменения теплофизических характеристик слоя из указанного бетона в вариатропных изделиях [6].

Выбор компонентов бетона осуществлялся исходя из двух положений:

- первое - обеспечение несгораемости, а также избежание растрескивания и взрывообразного «хрупкого» разрушения защитного слоя бетона при пожаре, являющихся основными причинами, приводящими к преждевременному наступлению предела огнестойкости строительной конструкции вследствие уменьшения размера бетонного сечения конструкции, уменьшения толщины или полной ликвидации защитного слоя рабочей стальной арматуры;

- второе - обеспечение совместимости компонентов бетона с термодинамических позиций.

Рекомендуется использование бетона повышенной термостойкости, обладающего, как уже отмечалось, следующими показателями свойств: требуемой усадкой как при твердении, так и при огневом воздействии, высокой адгезией к несущему конструкционному слою, высокой стойкостью к огневому воздействию, возможностью изменять плотность и теплотехнические показатели - теплопроводность, термостойкость - по мере роста температуры огневого воздействия. Для обеспечения необходимой прочности и адгезии бетона представляется целесообразным применение портландцемента высокой марки, в том числе исходя из условий, что это обеспечит бетону повышенную прочность [7]. Снижение усадочных деформаций при твердении и при огневом воздействии предполагается достигать за счет создания каркаса с применением гранулированного шлака [7]. Для повышения прочности на растяжение и термостойкости цементного камня и бетона

осуществлялось микроармирование хризотил-асбестовым волокном [8-9]. Традиционно в качестве такого компонента применяют также минеральную вату, стекловолокно, базальтовое волокно и др.

Важным составляющим бетона повышенной термостойкости является компонент, который обеспечивает синхронное снижение плотности и теплопроводности за счет его вспучивания при нагреве [10-14]. Традиционно в качестве такого компонента применяют вспученные материалы: шунгизит, вермикулит, перлит, керамзит (табл. 2).

Таблица 2 - Состав бетона повышенной термостойкости

Расход материалов, кг/м ³				Средняя плотность бетона, кг/м ³
цемент	шунгит	асбест	граншлак	
390	44	13	950	1447

Список литературы:

1. Загоруйко Т.В. К вопросу о термостойкости и огнестойкости строительных материалов: материалы IV международной научно-практической конференции. Воронеж, 2009. С. 85-87.
2. Загоруйко Т.В. Пути повышения термо и огнестойкости строительных материалов и конструкций из них [Электронный ресурс] / Итоги 64-й всероссийской научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, научных работников и аспирантов университета с участием представителей исследовательских, проектно-конструкторских, строительных и общественных организаций «Инновации в сфере науки, образования и высоких технологий». – Воронеж, 1 электрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Систем. требования: ПК с процессоров 486 +; Windows95; дисковод CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.
3. ГОСТ 20910-90. Бетоны жаростойкие. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sk-info.ru/gost/id.180/>.
4. Chowdhury E.U., Eedson R., Green M.F., Bisby L.A., Benichou N. Mechanical characterization of fiber reinforced polymers materials at high temperature. Fire Technol 47(4) (2011), pp.1063–1080.
5. Тольпина Н.М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем рационального выбора вяжущих и заполнителей. дисс. ...д.т.н. 05.23.05. Белгород, 2014. - 434 с.
6. Загоруйко Т.В. Бетон повышенной термостойкости для огнестойких железобетонных изделий: дисс. ... канд. техн. наук. 05.23.05. – Воронеж, 2015. 163 с.
7. Хежев Т.А. Технология армоцементных конструкций высокой огнестойкости с теплозащитным слоем из эффективного легкого

- бетона: автореф. дис. ... доктора техн. наук : 05.23.05 / Рост. гос. строит. ун-т Ростов-на-Дону, 2007 - 39 с.
8. Рикошинский А. Огнестойкость материалов и конструкций для строительства складских комплексов / А. Рикошинский // Склад и Техника, 2006. №9 [Электронный ресурс]. URL: http://www.sitmag.ru/article/buildsklad/2006_09_A_2007_02_02-18_31_06/.
 9. Страхов В.Л. Огнезащита строительных конструкций: современные средства и методы оптимального проектирования / В.Л. Страхов, А.Н. Гарашенко // Строительные материалы, 2002. - №6. - С. 2-5.
 10. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин Р.А., Ханхабаев Л.Р., Лесовик В.С. Высокопрочные композиты для специальных сооружений // Теоретические основы создания эффективных композитов Сборник материалов Российской онлайн-конференции, посвященной Дню науки. 2018. С. 297-303.
 11. Fediuk R.S., Teleshev A.A., Khankhabaev L.R., Ivanov A.S., Ibragimov R.A., Akopian A.K., Lesovik V.S. Application of cementitious composites in mechanical engineering // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Material Science in Mechanical Engineering" 2018. С. 032021.
 12. Fediuk R.S., Pak A.A., Krylov V.V., Poleschuk M.M., Stoyushko N.Y., Gladkova N.A., Ibragimov R.A., Lesovik V.S. Processing equipment for grinding of building powders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 11. Сер. "International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems 2017 - Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment" 2018. С. 042029.
 13. Lesovik V.S., Zagorodnyuk L.Kh., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Feduk R.S. Nature similar technologies in construction industry // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2018. Т. 14. № 4. С. 98-108.
 14. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2018. № 4 (37). С. 85-99.

СТОЙКОСТЬ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЯХ В СРЕДЕ СЕРОВОДОРОДА

Толыпина Н.М., д-р техн. наук, профессор,
Толыпин Д.А., студент,
Щигорев Д.С., аспирант,
Адонин С.В., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc4388248.82018109

Аннотация. В работе приведены результаты исследований коррозионной стойкости мелкозернистого бетона на активных и неактивных заполнителях в условиях сероводородной агрессии. Результаты показали, применение активных заполнителей целесообразно, когда используется нестойкое в данной агрессивной среде вяжущее. При использовании стойких низкоосновных вяжущих применение активных заполнителей менее эффективно.

Ключевые слова: бетон, сероводород, агрессия, заполнители, коррозионная стойкость

К основным способам повышения долговечности строительных материалов гидратационного твердения относятся правильный выбор вяжущего [1-3] с учетом его основности и повышение плотности бетона. Наиболее слабым звеном у материалов конгломератной структуры являются контактные поверхности между заполнителем и цементной матрицей [4-8]. Они обладают наибольшей проводимостью для агрессивных агентов, проникающих вглубь материала. Для того, чтобы предотвратить интенсивную диффузию агрессивных ионов по контактными поверхностям, целесообразно использовать химически активные заполнители. Их активность обусловлена тем, что они взаимодействуют с гидроксидом кальция жидкой фазы бетона с образованием гидросиликатов кальция тоберморитовой группы [9]. Это приводит к химическому срастанию поверхностных слоев заполнителя с цементной матрицей бетона в контактной зоне.

Целью работы является исследование коррозионной стойкости цементных бетонов с обычным и химически активным заполнителем в условиях газовой сероводородной агрессии.

Для испытаний коррозионной стойкости мелкозернистого бетона в газообразном сероводороде применяли образцы 2х2х2 см. В качестве активных заполнителей I типа использовали: доменный

гранулированный шлак, отход минераловатного производства (ОМВ), дробленый гранит. Состав смеси Ц:П=1:2, фракционный состав заполнителей подбирали по методу плотнейшей упаковки [10]: (2,5–5) : (0–2,5) мм = 2:1. В качестве вяжущих использовали ЦЕМ I 32,5 Н и ЦЕМ III/A 32,5 Н.

Результаты экспериментов показали, что если используется стойкое вяжущее типа ЦЕМ III/A32,5 Н, то вид заполнителя мало влияет на стойкость мелкозернистого бетона (табл. 1, табл.2). Если в качестве вяжущего используется обычный портландцемент ЦЕМ I 32,5 Н, то влияние вида заполнителя на стойкость выражено сильнее: более стойки образцы бетона на активном шлаковом заполнителе и отходе минераловатного производства, менее стойки на неактивном – гранитном. После 90 сут испытаний в среде газообразного сероводорода образцы мелкозернистого бетона на гранитном заполнителе показали резкое падение прочности (табл. 1).

Таблица 1 – Кинетика набора прочности образцов мелкозернистого бетона в среде H₂S






Тип ПЦ	Заполнитель	В/Ц	Время испытаний, сут			КС
			30	90	285	
ЦЕМ I 32,5	ОМВ	0,34	35,8	38,9	12,1	0,27
ЦЕМ I 32,5	ДГШ	0,41	42,8	45,9	31,2	0,81
ЦЕМ I 32,5	Гранит	0,36	54,8	37,6	0	0,20
ЦЕМ III/A 32,5	ОМВ	0,34	39,7	35,6	44,1	1,10
ЦЕМ III/A 32,5	ДГШ	0,43	42,8	46,7	38,5	0,95
ЦЕМ III/A 32,5	Гранит	0,36	57,7	66,7	53,9	1,05

Это обусловлено тем, что портландцемент ЦЕМ I 32,5 Н не стоек в среде газообразного сероводорода, поэтому главную роль играет вид заполнителя и сила сцепления между поверхностью заполнителя и цементной матрицей бетона. Цементный камень из шлакопортландцемента ЦЕМ III/A32,5 Н характеризуется высокой стойкостью в среде сероводорода, поэтому вид применяемого заполнителя играет второстепенную роль [11-15]. Это подтверждается данными, приведенными в табл 2. Образцы на ЦЕМ III/A32,5 Н видимых признаков разрушения не имеют, независимо от вида

заполнителя. Образцы мелкозернистого бетона на портландцементе ЦЕМ I 32,5 Н содержат трещины, деформации, на гранитном заполнителе разрушились ЦЕМ I 32,5 Н (табл. 2).

Параллельно проводили испытания в среде растворенного сероводорода на образцах мелкозернистого бетона размером 2,5x2,5x10 см с теми же видами заполнителей. Через 165 сут испытаний прочность и микротвердость были достаточно высокими, практически одинаковыми по всей длине образца. В торцевой части образцов четко выделяются участки темно-серого цвета, что вызвано коррозионными изменениями в результате взаимодействия цементного камня с сероводородом (рис.1).

Таблица 2–Внешний вид образцов мелкозернистого бетона после 90 сут в среде H₂S (газ)

ЦЕМШ/А32,5		
ДГШ	ОМВ	Гранит
		
ЦЕМ I 32,5		
		Полное разрушение

Как видно из рис.1 наибольшая глубина продвижения фронта коррозии наблюдается у образцов с заполнителем из гранита, затем у образцов с заполнителем из отхода минераловатного производства, и наименьшая с заполнителем из доменного гранулированного шлака.

Эксперимент подтвердил, что бетон с заполнителем из доменного гранулированного шлака оказывает большее сопротивление продвижению фронта коррозии, чем бетон на инертном заполнителе из гранита, что хорошо согласуется с данными по газовой сероводородной коррозии.

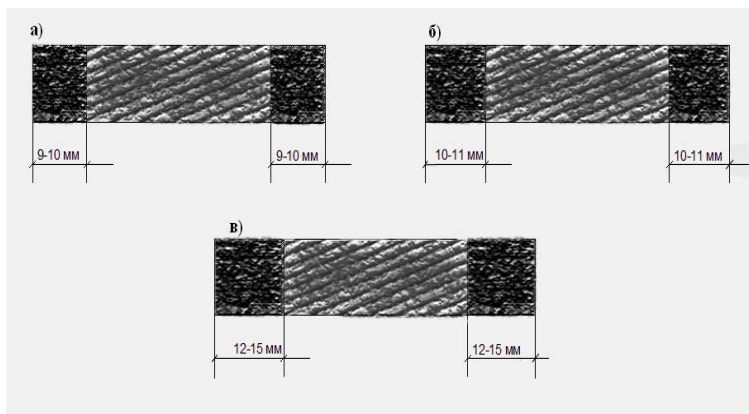


Рисунок 1 – Глубина коррозионного повреждения образцов на шлаковом заполнителе (а), ОМВ(б) и гранитном заполнителе (в) в среде растворенного сероводорода

Таким образом, в тех случаях, когда используется нестойкое в данной агрессивной среде вяжущее, целесообразно применение активных заполнителей (доменных гранулированных шлаков, отхода минераловатного производства и др.). При использовании стойких низкоосновных вяжущих применение активных заполнителей менее эффективно. Стойкость мелкозернистого бетона в среде сероводорода в большей степени зависит от основности вяжущего. Использование шлакопортландцемента, а также ввод активных минеральных добавок (более 20 %), существенно повышает стойкость бетона в среде сероводорода, при этом роль заполнителя отходит на второй план.

Список литературы:

1. Воронцов В.М., Лесовик В.С., Помошников Д.Д. Композиционное вяжущее на основе портландцемента и хвостов мокроймагнитной сепарации железистых кварцитов КМА // В сборнике: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОМПОЗИТЫ ДЛЯ ЗЕЛЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 179-183.
2. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю., Эльян И.Ж.И. Тяжелый бетон на основе эффективного композиционного гипсового вяжущего // В сборнике: Научные технологии и

- инновации сборник докладов международной научно-практической конференции. 2016. С. 472-477.
3. Глаголев Е.С., Лесовик В.С., Толстой А.Д., Крымова А.И., Кузьмина Т.С. Теоретические аспекты применения техногенного сырья в плотных композиционных материалах // В сборнике: Научные технологии и инновации Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 74-83.
 4. Glagolev E., Suleimanova L., Lesovik V. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 12383-12389.
 5. Севостьянов В.С., Перельгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования энергосберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 76–80.
 6. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
 7. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Стаинов В.В., Стаинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
 8. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству // Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
 9. Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем рационального выбора вяжущего и заполнителей: монография / Белгород: Изд-во БГТУ. 2015. 321 с.
 10. Хархардин А.Н., Смирнов В.А., Лень Л.И. Расчет состава многофракционного заполнителя для тяжелого бетона // Известия Сев.-Кав. НЦВШ. Технические науки. 1978. №4. С.86–88.
 11. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
 12. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
 13. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего // Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.

14. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавного газобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
15. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.

ФИБРОБЕТОН НА ОСНОВЕ БАЗАЛЬТОВЫХ ВОЛОКОН, КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ И НАНОКРЕМНЕЗЕМА

**Урханова Л.А., д-р техн. наук, профессор,
Лхасаранов С.А., канд. техн. наук, доцент,
Буянтуев С.Л., д-р техн. наук, профессор,
Ветошкин И.В., магистрант
Логинова А.Б., студент**

*Восточно-Сибирский государственный университет
технологий и управления,*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc449be36.68290024

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по получению фибробетона с использованием минеральных волокон, полученных в плазменном реакторе, композиционных вяжущих и наномодифицирующих добавок. Дифференциальный термический анализ цементных систем показал изменение фазового состава и основности образующихся гидросиликатов кальция при введении в состав вяжущего золы уноса и нанокремнезема.

Ключевые слова: Фибробетон, минеральное волокно, композиционные вяжущие, портландцемент, нанокремнезем

Использование минеральных, в частности базальтовых волокон, для дисперсного армирования бетона является актуальным из-за высоких физико-механических свойств базальтовых волокон и меньшей плотностью этих волокон, по сравнению со сталью. В целом можно отметить, что базальтовые волокна по причине их химического сродства с цементом, необходимо защитить от негативного воздействия щелочной среды для сохранения эффекта дисперсного армирования фибробетонов [1-6].

Для защиты минерального волокна от негативного воздействия среды портландцемента, в исследовании было решено использовать нанокремнезем для модифицирования цемента и золу уноса для получения композиционного вяжущего. Композиционные вяжущие получали совместным измельчением золы уноса (0-50 мас. %) с портландцементом.

В проводимых исследованиях были использованы: портландцемент (ПЦ) ЦЕМ I 32,5 Н ГОСТ 31108-2016, базальтовое волокно на основе базальтов Селендумского месторождения Республики Бурятия [7], зола уноса, нанодисперсный кремнезем Таркосил-05[®] [8]. Минеральные

волокна имеют следующие характеристики: средний диаметр волокна - 10 мкм, прочность на растяжение - 1350 МПа, термостойкость - 600°С.

Получение фибробетона с использованием композиционного вяжущего с содержанием золы уноса 30% по массе и нанокремнезема Таркосил-05® (0,1 мас. %) привело к увеличению прочности при сжатии и изгибе на 10-15% для состава с золой уноса и на 15-20% для состава с нанокремнеземом (рис. 1, 2).

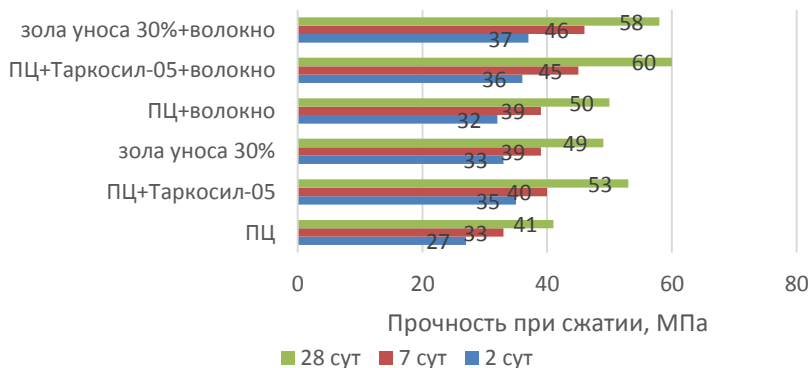


Рисунок 2 – Влияние минерального волокна на прочность при сжатии фибробетона

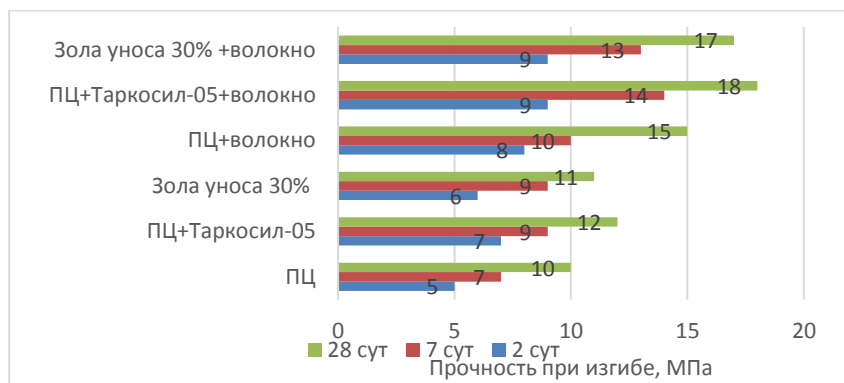
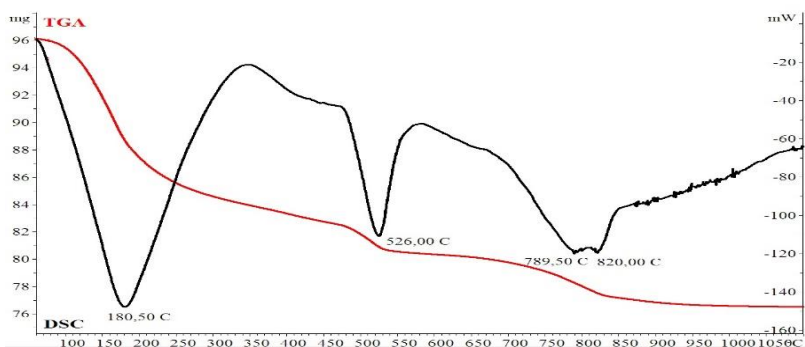


Рисунок 3 – Влияние минерального волокна на прочность при изгибе фибробетона

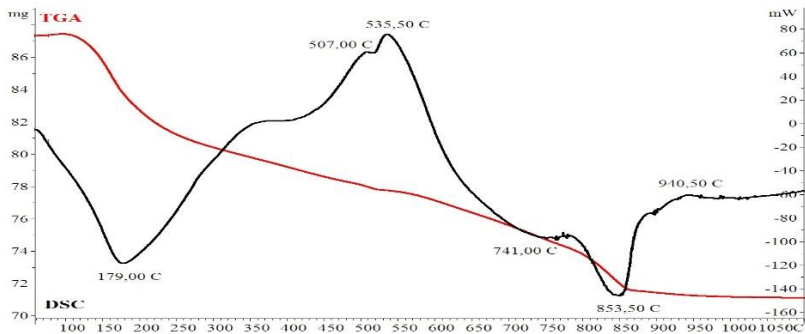
Изменение физико-механических свойств фибробетона происходит за счет направленного формирования структуры и повышения коррозионной стойкости волокна за счет снижения щелочности вяжущего.

Результаты дифференциально-термического анализа (рис. 3) цементной матрицы свидетельствуют об изменении эндоэффекта в области температуры 515-520°C у обычного портландцемента на экзоэффект у композиционного вяжущего с золой уноса. Это говорит о связывании гидроксида кальция активными компонентами, содержащимися в золе уноса. При сравнении кривых портландцемента и композиционного вяжущего наблюдается изменение основности образующихся гидросиликатов кальция: эндотермический эффект в области температур 815-820°C смещается вправо, в сторону повышения температуры до 853 °C. Широкий интервал температур связан с тем, что введение золы уноса приводит к образованию дополнительного количества гидросиликатов кальция, отличающихся от традиционных.

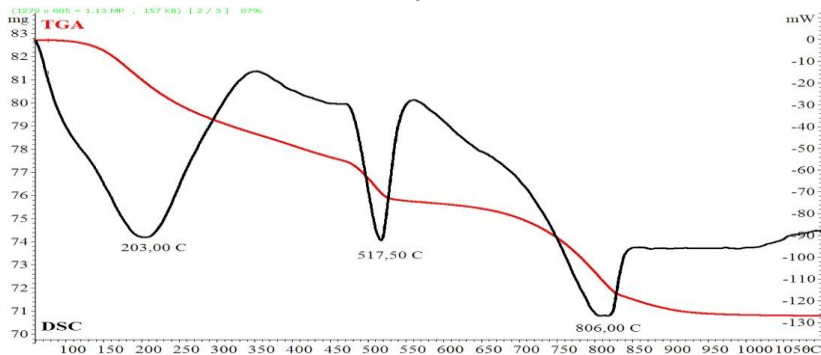
Введение нанокремнезема приводит к изменению основности образующихся гидросиликатов кальция: эндотермический эффект в области температур 800-840°C смещается вправо, в сторону снижения температуры от 838°C до 806°C. Таким образом, в цементном камне, модифицированном нанокремнеземом, образуются большее количество гидросиликатов кальция структурированные по поверхности твердой фазы с образованием более плотного композита с улучшенными физико-механическими свойствами.



а



б



в

Рисунок 3 – Кривые дифференциально-сканирующей калориметрии портландцемента (а) и композиционного вяжущего (б, зола уноса – 30%), портландцемента с нанокремнеземом (в)

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

- составы фибробетона с использованием золы уноса и нанокремнезема показали более высокую прочность на сжатие и изгиб благодаря связыванию дополнительного $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и снижению отрицательного воздействия щелочной среды на минеральное волокно;
- дифференциально-термический анализ показал, что введение золы уноса и нанокремнезема способствует направленному формированию высокопрочной структуры камня из низкоосновных гидросиликатов кальция и понижению содержания гидроксида кальция.

**Статья подготовлена в рамках выполнения базовой части государственного задания в сфере научной деятельности № 13.6716.2017 по теме «Инновационные ресурсо- и энергосберегающие технологии с применением плазменно-энергетических процессов и технологий» ВСГУТУ.*

Список литературы:

1. Морозов Н.М., Боровских И.В., Хозин В.Г. Структура и свойства цемента, армированного тонким базальтовым волокном // *Материаловедение*. 2015. № 1. С. 34-39.
2. Степанова В.Ф., Бучкин А.В., Юрин Е.Ю. Исследование свойств тяжелого бетона на крупном заполнителе, армированного неметаллической базальтовой фиброй // *Строительные материалы*. 2018. № 9. С. 46-53.
3. Морозов В.И., Опбул Э.К.О., Пухаренко Ю.В., Хегай О.С. Проблемы создания новых конструкций из дисперсно-армированных бетонов // *Вестник НИЦ Строительство*. 2018. № 1 (16). С. 101-105.
4. Бабаев В.Б., Строкова В.В., Нелюбова В.В. Базальтовое волокно как компонент для микроармирования цементных композитов // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2012. № 4. С. 58–61.
5. Сарайкина К.А., Голубев В.А., Яковлев Г.И., Сеньков С.А., Политаева А.И. Наноструктурирование цементного камня при дисперсном армировании базальтовым волокном // *Строительные материалы*. 2015. № 2. С. 34-38.
6. Fediuk R., Smoliakov A., Muraviov A. Mechanical Properties of Fiber-Reinforced Concrete Using Composite Binders // *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2017, Article ID 2316347, 13 pages, 2017.
7. Буянтуев С.Л., Кондратенко А.С. Исследование физико-химических свойств минеральных волокон, полученных с помощью электромагнитного технологического реактора // *Вестник ВСГУТУ*. 2013. № 5 (44). С. 123-129.
8. Бардаханов С.П., Корчагин А.И., Куксанов Н.К., Лаврухин А.В., Салимов Р.А., Фадеев С.Н., Черепков В.В. Получение нанопорошков испарением исходных веществ на ускорителе электронов при атмосферном давлении // *Доклады Академии Наук*. 2006. Т. 409. №3. С. 320-323.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ СВОЙСТВ БЕТОНА

Урханова Л.А., д-р техн. наук, профессор,
Смирнягина Н.Н., д-р техн. наук, доцент,
Урханова А.А., аспирант,

Лхасаранов С.А., канд. техн. наук, доцент,
Ардашова Г.Р., студент

*Восточно-Сибирский государственный университет
технологий и управления,*

*Институт физического материаловедения
СО РАН (ИФМ СО РАН)*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc458db48.87393373

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы получения электропроводящих специальных бетонов с использованием углеродных наноматериалов, полученных разными способами. Проведен обзор существующих способов получения электропроводящих материалов, которые характеризуются нестабильностью свойств.

Ключевые слова: углеродные наноматериалы, портландцемент, растровая электронная микроскопия, бетон, электропроводящие свойства

Использование в составе композиции углеродных наноматериалов, в результате их комплексного физико-химического воздействия на стадии образования и твердения цементного вяжущего, приводит к повышению прочностных показателей конечного продукта [1-4].

Большое внимание уделяется в настоящее время не только исследованию физико-механических свойств бетона, но и его электротехническим характеристикам, разработке состава с заранее заданными электрическими характеристиками. Интерес к этой работе обусловлен большими перспективами, которые откроются перед строительством, электроэнергетикой и другими отраслями техники в том случае, если будут найдены надежные пути превращения бетона в электропроводящий материал.

Изучение электрических свойств бетонов и создание новых типов электропроводящих бетонов идет в двух направлениях:

1. Создание электропроводящих бетонов с малым удельным электрическим сопротивлением и стабильностью электрических параметров во времени при изменяющихся условиях эксплуатации.

2. Изучение электрических свойств существующих бетонов и создание бетонов с улучшенными электроизоляционными свойствами: высоким удельным электрическим сопротивлением, малым значением диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости, высокой электрической прочностью [5, 6].

В проводимых исследованиях были использованы портландцемент ЦЕМ I 32.5Н, углеродный наномодификатор (УНМ), полученный на высокопроизводительной установке для синтеза нанодисперсных веществ на основе углерода.

Углеродный наномодификатор получен на высокопроизводительной установке для синтеза нанодисперсных веществ на основе углерода [7, 8]. Установка ранее успешно апробирована для синтеза фуллереновой смеси при препарировании мишеней, распыляемых ионным и испаряемых электронным пучками. Мишени использовались при синтезе покрытий производных фуллеренов [9].

Микроструктура образцов с использованием портландцемента и УНМ более плотная по сравнению с контрольным составом (рис. 1).

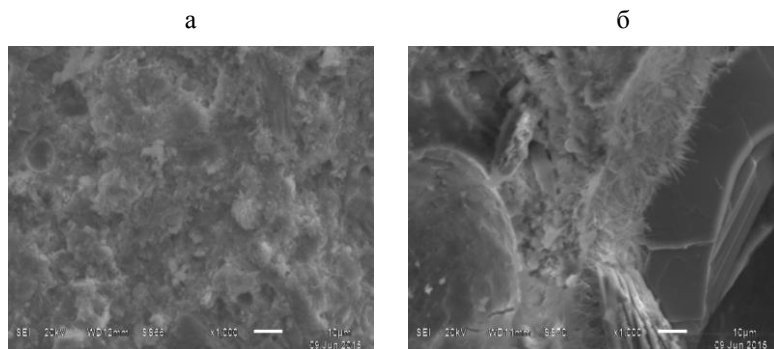


Рисунок 1 – Микроснимки скола цементного камня (x1000): а – контрольный состав, б – ПЦ + УНМ 0,05%

В контрольном составе наблюдается большее количество пор, которые в процессе твердения заполняются кристаллами извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Введение УНМ приводит к снижению капиллярной пористости, к увеличению количества мельчайших гелевых пор, входящих в состав кальциевосиликатного гидрогеля. При наблюдении контактной зоны образовавшегося портландита отмечается густое

микроармирование и связывание его в дополнительные гидросиликаты кальция, что приводит к повышению плотности и прочности композита. В модифицированном составе просматривается прорастание и утолщение игольчатых спицеобразных кристаллов гидросиликатов кальция. Структура характеризуется однородным плотным строением, которые скреплены со всех сторон продуктами гидратации, отмечается наличие плотных новообразований. Введение ФСС приводит к снижению пористости цементного камня за счет образования гелевидных продуктов гидратации, заполняющих межпоровое пространство. Все это благоприятным образом сказывается на изменении физико-механических характеристик модифицированного цементного камня.

Положительное влияние УНМ на свойства портландцемента приводит к улучшению свойств модифицированного бетона. При подборе состава модифицированного бетона класса В20 использован УНМ с оптимальной концентрацией 0,01% от массы вяжущего, расход которого составил 300 кг/м³. Были определены основные технологические, физико-механические и эксплуатационные свойства бетона (табл. 1).

Таблица 2 – Технологические и физико-механические свойства модифицированных бетонов

Характеристика	Показатели	
	Контрольный	УНМ
Прочность при сжатии, МПа, в возрасте		
3 сут	8,9	10,6
7 сут	17,7	18,9
28 сут	24,5	32,8
Водостойкость, К _{разм}	0,86	0,91
Водопоглощение по массе, %	1,4	1,1
Морозостойкость, циклы	100	150
Электрическое сопротивление, МОм*см	9,8	5,8

Введение УНМ увеличивает прочность при сжатии бетона на 15-20% по сравнению с контрольным бездобавочным составом. Комплексное воздействие УНМ на разных этапах твердения бетона способствует созданию высокоплотной структуры, изменению

характера пористости и улучшению гидрофизических и эксплуатационных показателей модифицированного бетона. Как показали результаты, электрическое сопротивление бетона уменьшилось в два раза при введении УНМ в небольшом количестве по сравнению с известными электропроводящими добавками. Таким образом, стоимость электропроводящего материала на основе УНМ будет немного отличаться от обычного бетона, а его долговечность будет выше.

В результате проведенных исследований, можно сделать следующие выводы:

- введение УНМ приводит к улучшению физико-механических свойств цемента;
- изменение микроструктуры портландцемента происходит благодаря комплексному воздействию УНМ на процессы гидратации и твердения цементного камня;
- введение УНМ приводит к улучшению физико-механических, гидрофизических и электрических свойств тяжелого бетона.

**Статья подготовлена в рамках выполнения базовой части государственного задания в сфере научной деятельности № 13.6716.2017 по теме «Инновационные ресурсо- и энергосберегающие технологии с применением плазменно-энергетических процессов и технологий» ВСГУТУ.*

Список литературы:

1. Артамонова О.В., Сергуткина О.Р. Строительные наноматериалы: тенденции развития и перспективы // Научный Вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2013. Вып. 6. С. 13-23.
2. Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У., Никитин В.А., Староверов В.Д. Структура и свойства наномодифицированных цементных систем // Междунар. конгресс «Наука и инновации в строительстве «SIB-2008». Современные проблемы строительного материаловедения и технологии. Воронеж. 2008. Т. 1. Кн. 2. С. 424-429.
3. Толмачев С.Н., Беличенко Е.А. Особенности влияния углеродных наночастиц на реологические свойства цементного теста и технологические свойства мелкозернистых бетонов // Нанотехнологии в строительстве. 2014. Том 6, № 5. С. 13–29.
4. Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Керене Я., Полянских И.С., Пудов И.А., Хазеев Д.Р., Сеньков С.А. Комплексная добавка на основе углеродных нанотрубок и микрокремнезем для модификации

- газосиликата автоклавного твердения // Строительные материалы. 2014. № 1-2. С. 3-7
5. Большаков В.И., Савицкий Н.В. Электропроводящие нанокompозиты для систем диагностики технического состояния герметизирующих оболочек АЭС // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2016. № 5 (218). С. 16-34.
 6. Лопанов А.Н., Семейкин А.Ю., Фанина Е.А. Реология электропроводящих цементных паст и дисперсий графита // Цемент и его применение. 2009. №5. С. 110-112.
 7. Чурилов Г.Н. Способ синтеза фуллереновой смеси в плазме при атмосферном давлении // Патент RU 2320536 С2, 27.03.2008. МПК С01В31/00, В82В3/00.
 9. Чурилов Г.Н., Булина Н.В., Федоров А.С.; Фуллерены: синтез и теория образования: монография. Под ред. В. Ф. Шабанов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. 227 с.
 10. Семенов А.П., Семенова И.А. Способ синтеза покрытий производных фуллеренов // Патент на изобретение RU № 2517706 С1. Бюл. № 15 от 27.05.2014.

КГВ С МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКОЙ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА

Чернышева Н.В. д-р техн. наук, профессор,
Аласханов А.Х., канд. техн. наук,
Лесниченко Е.Н., аспирант,
Шаталова С.В., аспирант,
Евсюкова А., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc467b0c6.53016785

Композиционные гипсовые вяжущие (КГВ) с точки зрения экологической безопасности для окружающей среды и для человека относятся к материалам нового поколения и соответствуют всемирной концепции «устойчивого развития» – «устойчивого строительства». Для получения высокоэффективных КГВ необходимо использование компонентов со сложными составами (гипсовых вяжущих, портландцемента, а так же минеральных добавок, понижающих концентрацию $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в жидкой фазе твердеющей системы, когда образуются низкоосновные гидросиликаты кальция и другие слаборастворимые соединения). Целью получения композитов высокого качества и различного функционального назначения с повышенными, а порой и с абсолютно новыми свойствами и определенной, запланированной структурой [1-4]. Наличие природного гипсового сырья и гипсосодержащих отходов, простота технологии изготовления гипсовых материалов с понижением расходов топлива и электроэнергии (к примеру, при производстве цемента в 4 и 5 раз выше), а также в гораздо меньшей степени выделяющиеся в окружающую среду CO_2 и иные вредоносные вещества, выше перечисленное позволяет их отнести к экологически чистым строительным материалам.

В работе КГВ получали с использовались гипсовых вяжущих α -модификации с маркой ГВВС-16 (ТУ 21-РСФСР-153-90, ЗАО «Самарский гипсовый комбинат»), портландцемент типа ЦЕМ I 42,5 Н (ПАО «Мордовцемент»), а в качестве нового вида активной минеральной добавки – тонкомолотого бетонного лома.

Известно [5-7], что вяжущая часть бетонного лома состоит из гидросиликатов кальция группы C_2SH_2 по номенклатуре Богда, а так же гидроксида кальция и остатков не прогидратированных клинкерных минералов, в основном белита, и обладает заметными вторичными вяжущими свойствами.

Для активации процессов гидратации [8-14] КГВ в лабораторной шаровидной мельнице был осуществлен помол бетонного лома до высокой удельной плоскости, около 500 м²/кг, с последующим смешиванием с портландцементом и гипсовым вяжущим для общего домола. На базе полученных результатов, при определении активности минеральной добавки осуществлялся подбор состава КГВ. Было установлено, что рациональное количество тонкомолотого бетонного лома в составе КГВ (при отношении бетонный лом/цемент=1:1) способствует снижению концентрации СаО в водной суспензии вяжущего до необходимых пределов (согласно ТУ 21-31-62-89), а также стабильности его свойств и качеств.

В ходе проведения изучения была определена, как подвижность смеси (расплыв вискозиметра Суттарда), так и прочность затвердевшего КГВ. Проведя исследования было доказано, что при диаметре расплыва смеси 120 мм наиболее высокую прочность показало затвердевшее вяжущее с добавлением минеральной добавки, порядка 25%. Для последующих исследований использовали следующие компоненты вяжущего в соотношении: гипс Г-16 – 50%, портландцемент – 25%, минеральная добавка – 25%. Активность КГВ определяли на образцах-кубах, размером 30х30х30 мм.

Таблица 1 - Состав и основные свойства КГВ

Состав КГВ, % по массе			В/В _{вяж}	Расплыв, мм	Сроки схватывания мин, с		R _{сж} , МПА, в сроки			Кр
Г-16	ПЦ	Бет. лом			начало	конец	2 ч	7 сут	28 сут	
50	25	25	0,42	180	10	11	9,1	12,6	25,7	0,65

При изучении фазового состава композиционного вяжущего с добавлением тонкомолотого бетонного лома, на 28 сутки твердения были установлены следующие содержания продуктов гидратации (рис. 1):

-двуводный сульфат кальция (d=7,64; 4,29; 3,81; 3,071; 2,879; 2,686...Å); частично закристаллизованный тоберморитоподобный гидросиликат кальция (d=3,07; 2,79; 2,4; 2,1; 1,81...Å); следы гексагонального восьмиводного гидроалюмината кальция (d=10,1; 3,49; 2,87; 2,55...Å); следы этtringита (d=5,61; 3,88; 2,57...Å); кварц

($d=3,35; 2,46; 2,22; 2,28; 2,133; 2,089 \dots \text{Å}$); портландит ($d=4,93; 3,18; 2,63; 1,78 \dots \text{Å}$).

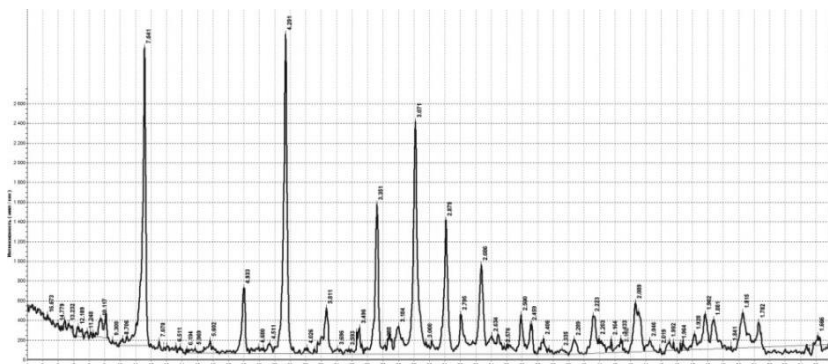


Рисунок 1 – Рентгенограмма затвердевшего КГВ с минеральной добавкой бетонного лома

Особенности микроструктуры КГВ описываемого состава представлены на рис. 2.

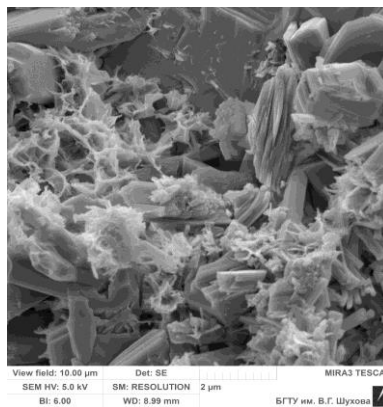
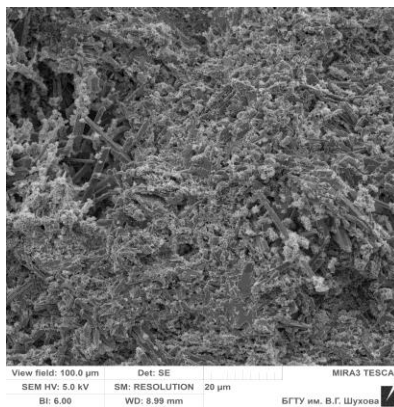


Рисунок 2 – Микроструктура затвердевшего КГВ с минеральной добавкой бетонного лома

Анализ микроструктуры показал, что в КГВ с тонкомолотым бетонным ломом, возникающие гидросиликаты кальция буквально

полностью заполняют имеющиеся поры, что и способствует набору оптимальной прочности. На 28 сутки твердения их частицы объединяются в непрерывную структуру и упрочняют связи между кристаллами гипса.

Таким образом, итогом проведенных исследований, был подобран состав КГВ. Выявлена целесообразность использования тонкомолотого бетонного лома в качестве активной минеральной добавки.

Список литературы:

1. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета // Серия: Строительство и архитектура .2013. № 31-1(50). С. 131-136.
2. Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю., Герасимов А.В., Фишер Х.-Б. Особенности формирования структуры композиционного гипсового вяжущего с минеральными добавками разного генезиса // Междунар. науч.-практ. конф. «Научные технологии и инновации» (XXII научные чтения), Белгород, 6–7 октября 2016 г. / БГТУ. Белгород, 2016. С. 457 – 471.
3. Дребезгова М.Ю., Чернышева Н.В., Шаталова С.В. Композиционное гипсовое вяжущее с многокомпонентными минеральными добавками разного генезиса // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 10. С. 27–34.
4. Murtazaiev S.A.Y., Saidumov M.S., Lesovik V.S., Chernysheva N.V., Bataiev D.K.S. Fine-grained cellular concrete creep analysis technique with consideration for carbonation // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 4. С. 233 – 245.
5. Tschernyschowa N.W., Lessowik W.S., Fischer H.B., Drebesgowa M.J. Gipshaltige kompositbindemittel – zukunfft des ökologischen bauens* В сборнике: 19-te INTERNATIONALE BAUSTOFFTAGUNG IBAUSIL (Weimar, 16-18 сентября 2015 г.), Weimar: Institut für Baustoffkunde der Bauhaus-Universität, 2015. С. 699 – 706.
6. Коровяков, В.Ф. Структура твердеющего камня из композиционных гипсовых вяжущих / В.Ф. Коровяков // Сухие строительные смеси. – 2013. № 1. С. 16 – 19.
7. Козлов Н.В., Панченко А.И., Бурьянов А.Ф. Микроструктура гипсового вяжущего повышенной водостойкости // Строительные материалы. 2014. № 5. С. 72 – 75.
8. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству / Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.

9. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
10. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф. Сравнение сталебетонных и железобетонных плит // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 80–84.
11. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
12. Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Текстиль-бетон - эффективный армированный композит будущего / Строительные материалы. 2017. № 3. С. 81-84.
13. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Глаголев Е.С., Абсиметов М.В., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Адаптация технологии неавтоклавногазобетона к строительной 3d печати // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 8. С. 6–11.
14. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Глаголев Е.С., Магомедов З.Г., Воронов В.В., Канева Е.В. Теоретические подходы к созданию оптимальных структур сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 10. С. 6–11.

К ВОПРОСУ ПРАКТИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ «ЧЕЛОВЕК-МАТЕРИАЛ- СРЕДА ОБИТАНИЯ»

Шаталова С.В., аспирант,

Чуриков А.С., студент

Охрименко С.А., студент

Косоногова Е.М, студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc4757b15.54484044

Аннотация. Практическая реализация задач по оптимизации системы «человек – материал – среда обитания» возможна за счёт включения строительных конструкций в активное формирование благоприятного для человека микроклимата. Рассмотрено влияние мела в составе гипсовых композитов на процесс лучистого теплообмена.

Ключевые слова: гипсовые композиты, мел, ИК-излучение.

Одновременно с развитием новых технологий стремительно менялись и продолжают меняться стандарты качества жизни.

В настоящее время требования населения к уровню организации городской среды стали гораздо выше. В итоге это вылилось в формирование новой теории организации человеческой жизнедеятельности, названной *устойчивым развитием*. В строительстве это породило новые требования к качеству возводимых объектов, таких как комфортность, энергосбережение и экологичность [1-5].

Необходимость практического решения соответствующих проблем, в том числе и связанных с внедрением норм «зелёного» строительства, ознаменовалась бурным развитием такого научного направления как Геоника, которую можно считать связующим звеном экологической науки со строительной практикой.

С позиции Геоники предлагается рассматривать систему «человек – материал – среда обитания» как единое целое. Главной целью ученых всего мира, декларируется, обеспечение комфортного существования человека именно в этой системе. Выбор строительных материалов или требования при создании новых, для строительства жилого дома, должен осуществляться через прогнозирование его воздействие на организм человека [8-9].

С данной точки зрения весьма интересным является изучение свойств строительных материалов по взаимодействию с ИК излучением,

а также разработка принципов проектирования строительных композитов с требуемыми свойствами.

Системы лучистого отопления помещений не являются новинками, однако широкого распространения в своё время они не получили, применяясь в основном для решения специальных задач.

Свойства композиционных материалов зависят от принятой матрицы, заполнителя и структуры [10-14]. Степень влияния этих компонентов на отдельные показатели варьируется в значительных пределах.

Для внутренних работ наиболее востребованными являются композиции на основе гипса. Расчетная степень черноты минерала гипс по отношению к спектру источника с температурой 300°C составила 0,94, что предполагает хорошее усвоение падающего на поверхность излучения.

Как было показано ранее [15], на фактический показатель степени черноты влияет большое количество факторов, главным из которых является структурный. Поэтому были изготовлены образцы (цилиндры $\varnothing 150$ мм, толщиной 20 мм) гипсового камня с различной пористостью, которая обеспечивалась изменением В/Г отношения от 0,35 до 0,65. Кривые изменения температуры образцов представлены на рисунке 3.

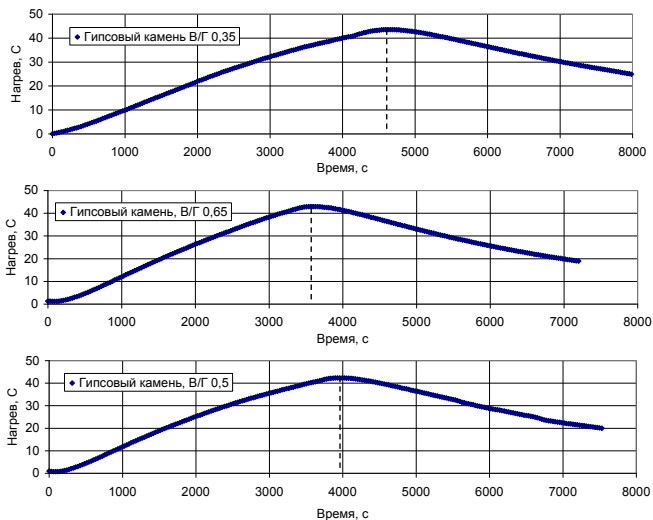


Рисунок 1 – Кривые нагрева и охлаждения гипсового камня с различным В/Г

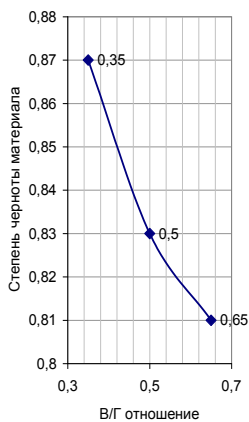


Рисунок 2 – Зависимость показателя черноты гипса от В/Г

Как видно из графиков, повышение водогипсового отношения сокращает время нагрева гипсового камня до одинаковой температуры. Наиболее значимым фактором, в данном случае является снижение теплоёмкости материала при повышении пористости.

Степень черноты гипсового камня снижается по мере повышения водогипсового отношения. Таким образом, поверхности, покрытые гипсовыми отделочными композициями с повышенным количеством воды затворения, более выгодны при использовании систем ИК обогрева. Причиной этого являются их меньшая теплоёмкость, при прочих равных условиях обеспечивающая более быстрый и менее энергозатратный нагрев до комфортных температур, и более высокий коэффициент

отражения, позволяющий перенаправить поток энергии излучателя другим поверхностям, предметам или человеку. Это позволяет улучшить равномерность распределения излучения в обогреваемом объёме, снизить мощность излучателя (или коэффициент его работы во времени), т.е. экономить энергию без понижения температуры поверхностей.

Были изготовлены образцы по аналогии с испытаниями гипсовой матрицы. Состав во всех случаях принимался одинаковый, соотношение гипсовое вяжущее – наполнитель (наполнитель) 1:1 по массе. В/Т отношение было принято 0,35, за исключением образца с использованием мела в качестве наполнителя, для которого В/Т составило 0,48, ввиду невозможности приготовить пластичное тесто из за высокой водопотребности добавки.

После затвердевания в течение 2 сут, все образцы были высушены, их поверхность была зачищена абразивным материалом для выравнивания и обнажения наполнителя (наполнителя), и после они подвергались облучению спектром излучателя.

Параметры протекания лучистого теплообмена гипсовых композитов представлены в таблице 2.

Как видно из представленных данных, величина показателя черноты наполнителя (наполнителя) находит отражение в аналогичном

показателе композитов с их применением. С высокой степенью отражения энергии первичного источника излучения – состав с мелом в качестве наполнителя. Отделочный композит данного состава отражает более 60% поступающей к нему энергии излучателя. Как уже упоминалось ранее, подобные свойства могут быть использованы для перераспределения излучения ИК обогревателей особенно в горизонтальной плоскости, с одновременным снижением плотности потока для повышения комфортности их работы. Отделка поверхностей такими составами позволит уменьшить количество используемых обогревателей без ущерба для равномерности облучения помещения.

Таблица 1 - Параметры протекания лучистого теплообмена композитов на основе гипса

№	Композит	Масса обр., г	Средняя плотность, кг/м ³	Величина потоков энергии на 1 м ² поверхности, Дж/с			Степень черноты расчетная
				Испускаемой	Усваиваемой (затраченной на нагрев)	Отражаемой	
1	Гипс – Известняк	545	1542	189,8	233	40,7	0,912
2	Гипс – Мел	445	1259	17,6	141,7	304,2	0,344

На основе результатов представленных в работе, можно сделать следующие выводы:

1. Практическая реализация задач по оптимизации системы «человек – материал – среда обитания» возможна за счёт включения строительных конструкций в активное формирование благоприятного для человека микроклимата.

2. Одним из перспективных способов обогрева является применение инфракрасных систем. Залогом обеспечения эффективности их работы являет учёт при проектировании не только параметров излучателей, но и свойств материалов, воспринимающих поток излучения.

3. Формирование свойств поверхностей по взаимодействию с ИК излучением, целесообразно осуществлять за счёт создания на основных конструкциях отделочных слоёв с определённым показателем степени черноты по отношению к спектру применяемых обогревательных приборов.

4. Свойства материалов по взаимодействию с ИК излучением, закладываются основными породообразующими минералами, подвергаются большому влиянию со стороны строения частиц и их

поверхности при переходе к сыпучим материалам, и в значительной степени наследуются композитами на их основе, комбинируясь со свойствами применяемой матрицы.

Список литературы:

1. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С. Применение техногенного сырья в технологии высокопрочных твердеющих композиций // В сборнике: Актуальные проблемы современной строительной науки и образования Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 140-144.
2. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С., Лашина И.В. Искусственные конгломераты с использованием техногенного сырья В сборнике: Актуальные проблемы современной строительной науки и образования Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 144-148.
3. Лесовик В.С., Елистраткин М.Ю., Ермолаева А.Э. Геолого-литологические предпосылки развития 3-d аддитивных технологических процессов // В сборнике: Актуальные проблемы современной строительной науки и образования Материалы всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 152-156.
4. Фомин А.Е., Лесовик В.С., Глаголев Е.В. Повышение активности кварцсодержащего сырья различного генезиса при помолу // В книге: Инновационные материалы и технологии в дизайне сборник тезисов докладов III Всероссийской научно-технической конференции с участием молодых ученых. 2017. С. 104-105.
5. Мотин Н.В., Лесовик В.С. Проблемы экологии и композиционные материалы на основе серы // В сборнике: Инновационные технологии в науке и образовании Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Отв. ред. Е.Р. Урмакшинова, С.Л. Буянтуев. 2017. С. 63-71.
6. Лесовик В.С., Перькова М.В., Бабаев В.Б. Архитектурная геоника как междисциплинарное направление в архитектурной науке и практике // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 74–79.
7. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Попов Д.Ю., Глаголев Е.С. Практика использования закона сродства структур для проектирования эффективных композитов // В сборнике: Научное развитие технологий и инновации Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 156-163.
8. Лесовик, В.С. Новая парадигма создания композитов для стройиндустрии // В сборнике: Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное

- государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 17-24.
9. Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю., Евсюкова А.С., Кузьмина Т.С., Бурьянов А.Ф. Композиционные гипсовые вяжущие для "зеленого" строительства: // В сборнике: Научно-практические технологии и инновации международной научно-практической конференции. 2016. С. 443-449.
 10. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научно-практические технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
 11. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству / Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
 12. Севостьянов В.С., Перельгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования энергосберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 76–80.
 13. Glagolev E., Suleimanova L., Lesovik V. High reaction activity of nano-size phase of silica composite binder // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. Т. 11. № 18. С. 12383-12389.
 14. Глаголев Е.С., Сулейманова Л.А., Марушко М.В. Развитие жилищного строительства в России // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 17–22.
 15. Толмачева М.М., Елистраткин М.Ю., Шаталова С.В., Лесниченко Е.Н. Строительные материалы для оптимизации взаимодействия с системами лучистого обогрева В сборнике: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика: В 3 частях. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 147-156.

РОЛЬ РЕЮНИВАТОРОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЗАЩИТНО-ВОССТАНАВЛИВАЮЩИХ СЛОЕВ НА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЯХ

Шеховцова С.Ю., ст. преподаватель, канд. техн. наук,
Наимов Ф.О., студент

*НИУ Московский государственный
строительный университет*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc4844a49.36890625

Аннотация. В работе представлен анализ научно-технической информации о защитно-восстанавливающих материалах (реюниваторов), представленной в отечественной и зарубежной литературе. Произведен анализ и обобщение научно-технических предпосылок производства реюниваторов для дорожной отрасли. Указаны преимущества и недостатки указанных материалов. Рассмотрены методики исследования свойств таких материалов.

Ключевые слова: защитно-восстанавливающие материалы, реюниваторы, реверсинг, асфальтобетон.

Введение

Автомобильные дороги являются важной частью дорожной инфраструктуры страны и в значительной мере влияют на его социально-экономическое развитие. Постоянный рост интенсивности движения автотранспорта и в особенности, доли большегрузных транспортных средств приводит к существенному ускорению износа дорожных покрытий, в связи с чем увеличивается потребность в ремонтно-восстановительных работах [1]. Поэтому, в настоящее время повышение качества и увеличение сроков службы асфальтобетонных покрытий, снижение затрат на их содержание и ремонтно-восстановительные работы представляют собой актуальные задачи.

Асфальтобетон является наиболее распространённым материалом покрытия автомобильных дорог. Под воздействием климатических условий и эксплуатационных факторов в битуме протекают окислительные процессы, приводящие к его старению, сопровождающиеся переходом в хрупкое состояние и растрескиванием, в результате чего происходит нарушение целостности покрытия минерального остова. Внешне эти процессы проявляются в последовательном образовании отдельных микротрещин с последующим формированием макротрещин, сетки трещин, шелушением поверхности, и как следствие, образованием критических

дефектов. Эффективным методом предотвращения прогрессирующего разрушения асфальтобетонного покрытия является его обработка защитно-восстанавливающими пропиточными составами – реюнивателями.

Они широко представлены на строительном рынке, однако в научно-технической литературе отсутствует информация о механизме их действия, методах исследования, а также их влияния на показатели качества асфальтобетонного покрытия.

В связи с вышеизложенным, разработка эффективных модифицированных материалов для защиты и восстановления асфальтобетонных покрытий, позволяющих обеспечивать их более продолжительный срок службы, представляет собой актуальную задачу.

Основная часть

В настоящее время широко распространены технологии защиты асфальтобетонных покрытий водоземulsionными пропитками [2...4]. Для данных эмульсий, которые представляют собой дисперсную систему, состоящую из двух лиофобных жидкостей (нефтяного битума и воды), характерен ряд недостатков: наличие ПАВ, сложность контроля скорости распада, длительность формирования защитной пленки на обрабатываемом покрытии. Это затрудняет своевременное открытие движения транспортных средств, а также недостаточную безопасность дорожного движения вследствие низкого сцепления автомобильного колеса с обработанной поверхностью. Технологическим решением, лишенным указанных недостатков, позволяющим защитить асфальтобетонные покрытия от негативных воздействий природного и техногенного характера и обеспечивающим снижение ресурсоемкость их эксплуатации, является применение безводных пропиточных композиций.

Материалы, предназначенные для регулирования свойств органического вяжущего и/или защиты покрытия от воздействия эксплуатационных факторов, получили наименование защитно-восстанавливающие материалы (ЗВМ). Классификация ЗВМ в соответствии с ОДМ 218.3.073-2016 представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Разновидности ЗВМ

Наименование	Направленность воздействия
Омолаживающий	Изменяет свойства битума в покрытии
Защищающий	Обеспечивает защиту покрытий от внешних воздействий
Комбинированный	Сочетающий свойства омолаживающего и защищающего составов

По составу защитно-восстанавливающие материалы классифицируют [5]:

- на основе эмульсий;
- на основе растворителей (разжижителей): содержащие или не содержащие минеральный материал.

Использование защитно-восстанавливающих материалов не должно приводить к снижению эксплуатационных свойств асфальтобетона и сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием (табл. 2).

Таблица 2 - Параметры качества ЗВМ различных стран

№	Наименование показателя	РФ	США	Голландия	Китай
1	Внешний вид	+	-	-	-
2	Условная вязкость по вискозиметру типа ВУБ-1 с диаметром отверстия 5 мм при 20°C, сек	+	-	-	-
3	Содержание нелетучих веществ, %	+	-	-	-
4	Однородность	+	-	-	-
5	Плотность**, г/см ³	+	-	-	-
6	Адгезия*, балл	+	-	-	-
7	Удельная эффективная активность естественных радионуклидов, Бк/кг	+	-	-	-
8	Время высыхания**, ч	+	+	+	+
9	Содержание остатка после выпаривания, %	+	-	-	-
10	Остаток на сите № 014, %	+	-	-	-
11	Адгезия*, балл	+	-	-	-
12	Пенетрация, дмм	-	+	-	-
13	Вязкость по Брукфильду, Па·с	-	+	+	+
14	Температура размягчения, °С	-	-	+	+

Примечания: * – для ЗВМ, содержащих битум; ** – для ЗВМ, содержащих минеральных материал.

Показатели качества, определяющие влияние защитно-восстанавливающих материалов на обрабатываемую поверхность асфальтобетонного покрытия, представлены в табл.3.

Таблица 3 - Показатели качества асфальтобетона, обработанного ЗВМ

№	Наименование показателя	РФ	США	Голландия	Китай
1	Предел прочности при сжатии при 50 °С (до и после обработки ЗВМ), МПа	+	-	-	-
2	Водонасыщение (до и после обработки ЗВМ), %	+	-	-	-
3	Устойчивость к износу на круге истирания ЛКИ, %	+	-	-	-
4	Глубина колеи от абразивного износа шипованным колесом, мм	-	+	+	+
5	Комплексный модуль упругости, МПа	-	+	+	+
6	Глубина проникновения ЗВМ в асфальтобетонное покрытие, мм	-	+	+	+
7	Жесткость при изгибе, МПа	-		+	
8	Сопротивление асфальтобетонного покрытия выкрашиванию и потере отдельных зерен минерального материала, %	-	+	+	+
9	Прочность на разрыв при непрямом растяжении (трещиностойкость), МПа	-	-	+	+
10	Остаточная пористость (содержание воздушных пустот), %	-	-	+	+
11	Толщина пленки вяжущего на асфальтобетонном покрытии после нанесения ЗВМ, мм	-	-	+	+
12	Сцепление колеса с поверхностью асфальтобетонного покрытия	-	-	-	+

Продолж. табл. 3

13	Фазовый гол уплотненного асфальтобетона, град	-	+	+	+
14	Устойчивость к колееобразованию, мм	-	-	+	+
15	Деформация ползучести, мм	-	-	+	+

Анализ табл.2 и 3 показывает, что в РФ имеется значительное количество испытаний самого защитно-восстанавливающего материала и практически отсутствуют методики испытаний, определяющие его влияние на асфальтобетонное покрытие. Последнее не позволяет исследователю адекватно производить оценку эффективности ЗВМ.

Отечественные исследования в данном направлении в основном направлены на подбор оптимального соотношения компонентов пропиточного состава. Так, Ефимовым М.В., Новиковым С.Н., Миленьким А.В. [6] установлено, что существенное влияние на эффективность процесса нанесения пропитывающей композиции на поверхность асфальтобетона оказывает выбор органического растворителя и его количества по отношению к используемому вяжущему. В качестве разжижителей в битумных композициях применяются различные органические растворители, такие как: этилвалерат, этилизовалерат, этил-2-метилбутират, н-пропилбутират, изопропилбутират, н-бутилпропионат, изобутилпропионат, бензол, толуол, ксилол, а также галоген-углеводородные растворители, например, трихлорэтан, дихлорметан [7,8]. Недостаток применения таких растворителей заключается в том, что сложные эфиры и ароматические углеводородные растворители обладают высокой токсичностью с достаточно выраженным нейротоксическим эффектом [9].

Булатицкий К.К., Глушко А.Н. и другие установили, что наиболее оптимальная температура кипения применяемых органических растворителей должна быть в интервале 155-200°C, что соответствуют таким растворителям, как: уайт-спирит, Тиккурила, Лотоксан (Lotoxane FAST), петролейный эфир. Данные растворители относятся к категории экологически безопасных и быстросохнущих.

Глушко А. Н., Разинов А. Л., Рябенко В. С. [10] установили, что использование пропиточных веществ, не содержащих полимерные компоненты, обладают неудовлетворительными эксплуатационными показателями качества. Для улучшения качества битумных вяжущих в отечественной и зарубежной практике предлагается использовать

полимерные добавки: термопластичные каучуки (термоэластопласты), синтетический полибутадиеновый каучук [11], резиновый термоэластопласт РТЭП [12], сополимеры, выбранные из группы бутадиен-стирольный сополимер [13], этилен-винилацетатный сополимер (EVA) с содержанием винила в пределах 20-35 % от массы сополимера [14] и другие. Основное внимание в данных работах уделено подбору оптимального соотношения компонентов: величина пенетрации при 25°C предпочтительно находилась в пределах от 20 до 75 дмм (метод ASTM D5 [14]. Также в качестве полимерных компонентов используют различные смолы: наиболее распространенным решением является использование каменноугольной и нефтеполимерной смол [15, 16], причем первая получила широкое распространение за рубежом.

Исследователи Беляев Н.Н., Паневин Н.И. [17] изучали влияние пропиток на устойчивость к износу асфальтобетона шипованными шинами по методике асфальтовой шаровой мельницы и резиновыми (не шипованными) шинами на круге истирания ЛКИ-3 по ГОСТ 13087-81. В ходе исследования установлен прирост устойчивости, обработанных пропиткой, образцов асфальтобетона к износу шипованными шинами на 21-29 %, и резиновыми шинами на 26-33 %. Также на основании полученных результатов была выполнена прогнозная оценка глубины колеи, которая может образоваться в результате износа покрытия автомобильных дорог. Установлено, что использование пропиток может уменьшать колею износа в среднем в 1,5 раза.

Первые зарубежные исследования омолаживающих составов относятся к 70-м годам XX столетия [18]. Так, американскими исследователями в период с 1971-1975 гг. были проведены исследования по установлению глубины проникновения некоторых омолаживающих составов в плотную поверхность асфальтобетонного покрытия. Глубину оценивали по величине пенетрации и вязкости битума, извлеченного из асфальтобетонных образцов. В другом независимом исследовании [19] показало, что «омолаживатель» значительно уменьшил комплексный модуль упругости асфальтобетонных образцов с остаточной пористостью 10-12 %. Этот результат был положен в основу рекомендаций о запрете нанесения омолаживающих средств на асфальтобетонные покрытия с остаточной пористостью ниже 7-8 %.

Представленные результаты исследований были использованы при разработке Федеральным управлением гражданской авиации США стандарта для аэродромных покрытий [20]. Согласно указанному

документу реюниваторм (восстанавливающим агентом) является продукт, обладающий способностью омоложения битумного связующего и проникающий в покрытие на глубину не менее 9,5 мм. Реюниватор должен обеспечивать определенные изменения свойств битумного вяжущего, такие как снижение вязкости и комплексного модуля сдвига.

Заключение

1. Использование защитно-восстанавливающих пропиточных составов (реюниваторм) приводит к восстановлению упруго-вязкопластических свойств органических вяжущих, улучшает трещиностойкость асфальтобетона, используемого в верхних слоях покрытий автомобильных дорог.

2. В научно-технической литературе информация о механизме действия реюниваторм содержит противоречия, а информация о методах исследования является разрозненной и не систематизированной, что требует дальнейших исследований.

3. Необходимо проводить комплексные исследования по данному направлению для обобщения возможности эффективного применения реюниваторм.

4. Необходимо обобщить и сформулировать технические требования к защитно-восстанавливающим материалам.

Список литературы:

1. Продлеваем молодость дорог Автомобильные дороги №3(1000). 2015 С. 34-35.
2. Немчинов М.В. Устройство шероховатых слоев износа. Наука и техника в дорожной отрасли. 2001.№2. С. 13-14.
3. Васильев А.П., Шамбар П. Поверхностная обработка с синхронным распределением материалов. М.: Трансдорнаука. 1999. 80с.
4. Муса С.С. Рудакова В.В. Перспективы применения дорожных битумных эмульсий. Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. №3(5). 2015. С. 17-26.
5. ОДМ 218.3.073-2016.Рекомендации по применению пропиточныхсоставов для повышения долговечностиасфальтобетонных покрытий. Росавтодор. 2016. 57 с.
6. Патент РФ 2538251. Ефимов М.В., Новиков С.Н., Миленский А. В.Смесь для защиты дорожных покрытий и способ ее получения.Заявл. 23.04.2013.Опубл. 10.01.2015.
7. Патент РФ 2314325. Дейгу Ф.Ж. (FR). Битумная композиция, способ получения и ее применение. Заявл. 10.10.2003.Опубл. 10.10.2005.

8. Патент РФ 2516605. Санду Р. А., Глушко А. Н., Булатицкий К. К. [и др.]. Способ обработки асфальтобетонных дорожных покрытий. Заявл. 11.12.2012. Оpubл. 20.05.2014.
9. Тиньков О.В., Полищук П.Г., Артеменко А.Г., Кузьмин В.Е., Огниченко Л.Н. Исследование острой токсичности сложных эфиров на основе 2D-симплексного представления молекулярной структуры. Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2013. №6. (1) С. 65-75.
10. Патент РФ 2610510. Глушко А. Н., Разинов А. Л., Рябенко В. С. Способ получения пропиточной композиции на основе модифицированного битума, применяемой для поверхностной обработки асфальтобетонных покрытий. Заявл. 13.11.2015. Оpubл. 13.11.2016.
11. Патент РФ 2148063. Илиополов С.К., Безродный О.К., Углова Е.В., Мардиросова И.В., Меркулова С.А., Кучеров В.А., Шитиков С.В. Вяжущее для дорожного строительства. Заявл. 1998.06.30. Оpubл. 27.04.2000.
12. Патент РФ 2186044. Илиополов С.К., Болдырев В.И., Мардиросова И.В., Углова Е.В., Котов В.Л., Задорожний Д.В. Вяжущее для дорожного строительства. Заявл. 2000.11.17. Оpubл. 27.07.2002.
13. Патент РФ 2226203. Битумная композиция. Глуховской В.С., Самоцветов А.Р., Степанов В.Ф., Ситникова В.В., Брехов П.П., Нечиненный В.А., Дубина С.И., Якимова Л.А., Яковлева Т.А. ЗАО «Техпрогресс». Заявл. 24.12.2001. Оpubл. 27.03.2004.
14. Patent CN101300306B. Asphalt binder for porous pavements. ErikJanScholten. Declared 05. 11.2008. Published on 31. 08.2011.
15. Меркулов В.В., Ибатов М.К., Измаилова Г.Г., Жаксыбаева Г.Ш., Мантлер С.Н. Применение модифицированной коксохимической смолы для обработки асфальтобетонных дорожных покрытий. Современные наукоемкие технологии. 2016. № 10 (2) С. 267-270.
16. Bergendahl J. Environmental Effects of Coal Tar-Based Pavement Rejuvenators. 2017. 76 p.
17. Беляев Н.Н., Паневин Н.И. Новая роль пропиток. Автомобильные дороги. №11. 2016. С. 82-86.
18. Brown E.R., Johnson R.R. Evaluation of rejuvenators for bituminous pavements. AFCEC-TR-76-3. Air Force Civil Engineering Centre. Tyndall Air Force Base. Florida. 1976.
19. Estakhri C.K., Agarwal H. Effectiveness of fog seals and rejuvenators for bituminous pavement surfaces. Report TX-91/1156-1F. Texas Transportation Institute. Texas A&M University. Texas. 1991.
20. Federal Aviation Administration. Standards for specifying construction of airports. AC 150/5370-10G, Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation. 2014. P. 662..

ЗАВИСИМОСТЬ РАЗЖИЖАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАТИОНАТИВНЫХ ДОБАВОК ОТ ВИДА МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Щигорев Д.С., аспирант,

Толыпин Д.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

DOI: 10.12737/conferencearticle_5cecedc4928893.22888118

Аннотация. Установлено, что разжижающая способность СП зависит от вида мелкого заполнителя, что обусловлено наличием активных заряженных центров на поверхности зерен заполнителя. Для получения максимального снижения В/Ц с использованием добавки анионного типа с отрицательно заряженными функциональными группами, целесообразно использование мелких заполнителей, имеющих в основном положительно заряженные активные центры, что обусловлено повышенной адсорбцией молекул модификатора на поверхности зерен заполнителя.

Ключевые слова: бетон, мелкий заполнитель, суперпластификатор, активные центры

В технологии бетона наиболее широко применяются анионоактивные ПАВ, на их долю приходится около 75% добавок пластифицирующего действия. Эффективность суперпластификаторов снижать водопотребность зависит от таких факторов, как расход и минералогический состав цемента, его удельная поверхность, В/Ц, pH среды, свойств активных минеральных добавок и т.д. Молекулы добавок СП в основном адсорбируются на гидроалюминатных фазах, обладающих положительным зарядом поверхности, при этом разжижающее действие анионных суперпластификаторов возрастает по мере увеличения содержания в цементе трехкальциевого алюмината.

Суперпластификаторы могут адсорбироваться на других компонентах бетонной смеси: щебне, песке [1-5]. Функциональные группы анионных поверхностно-активных веществ могут взаимодействовать с положительно заряженными участками поверхности зерен заполнителей, что понижает заряд на их поверхности. Анионоактивные суперпластификаторы плохо адсорбируются на поверхности зерен кварцевого песка, содержащих отрицательно заряженные активные центры. В этой связи, для тощих бетонных смесей, содержащих гранит, кварцевый песок или другой

мелкий наполнитель с отрицательно заряженной поверхностью, наилучшими добавками являются катионоактивные органические соединения [6-8]. Этим исследованиям посвящена данная работа.

Для экспериментов использовали цемент ЦЕМ I 42,5 Н ЗАО «Белгородский цемент», анионоактивный суперпластификатор С-3, катионоактивные добавки «Катапав», «Катинол». Применяли в качестве мелкого наполнителя использовали мрамор с положительным знаком заряда поверхности, кварцевый песок с отрицательным зарядом поверхности, доменный гранулированный шлак с нейтральным дзета-потенциалом. Разжижающую способность добавок определяли на цементно-песчаных смесях состава 1:3 по распылу конуса (РК) (ГОСТ 310.4-81).

Результаты исследований показали, что с ростом дозировки добавок от 0,25 % до 0,5 % РК у смесей на кварцевом песке с катионоактивной добавкой превосходил на 16,32 % и 17,64 %, по сравнению с добавкой С-3. При дозировке 1% разница в разжижении смесей в зависимости от типа применяемой добавки составила 25,13% (рис. 1.).

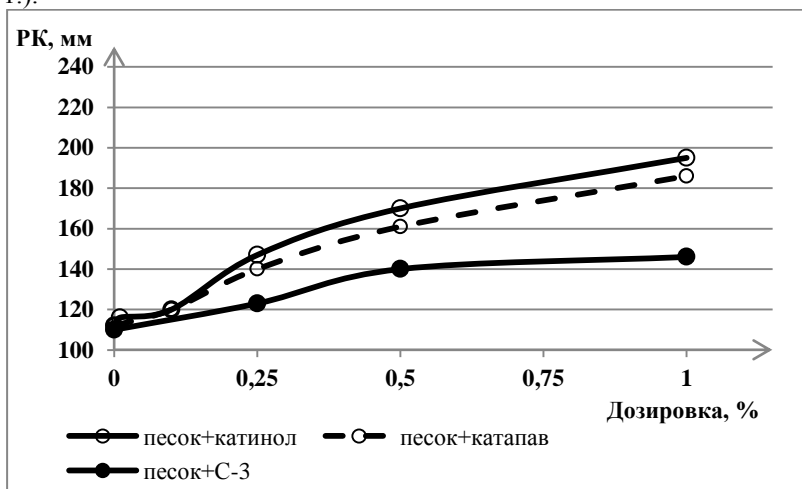


Рисунок 1 - Разжижающая способность добавок С-3, «Катапав», «Катинол» в смесях 1:3

Результаты подтверждают, что молекулы модификатора, с положительно заряженной функциональной группой, лучше

адсорбируются на поверхности частиц с отрицательно заряженными активными центрами.

Для оценки восприимчивости катионактивной добавки «Катапав» к различным видам заполнителей использовали цементно-песчаные смеси с мрамором и доменным гранулированным доменным шлаком (рис.2). Результаты исследований показали, что смеси на шлаковом и мраморном песке разжижаются сильнее добавкой «Катапав» (на 23 – 25 %), чем на кварцевом песке в области малых дозировок (0,25 %). Максимальное разжижение наблюдалось на мраморном заполнителе (при малых дозировках до 0,25 %), при дальнейшем увеличении дозировок (до 1 %) разжижение мало менялось.

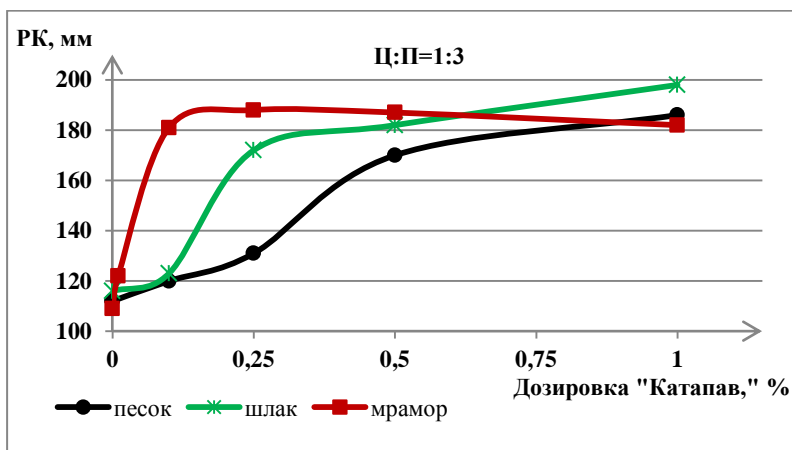


Рисунок 2 - Эффективность катионактивной добавки в зависимости от вида заполнителя

При использовании мраморного песка катионактивные добавки «Катинол» и «Катапав» эффективно разжижают только при малых дозировках (0,25 %), с дальнейшим ростом дозировок разжижение не меняется (рис. 3).

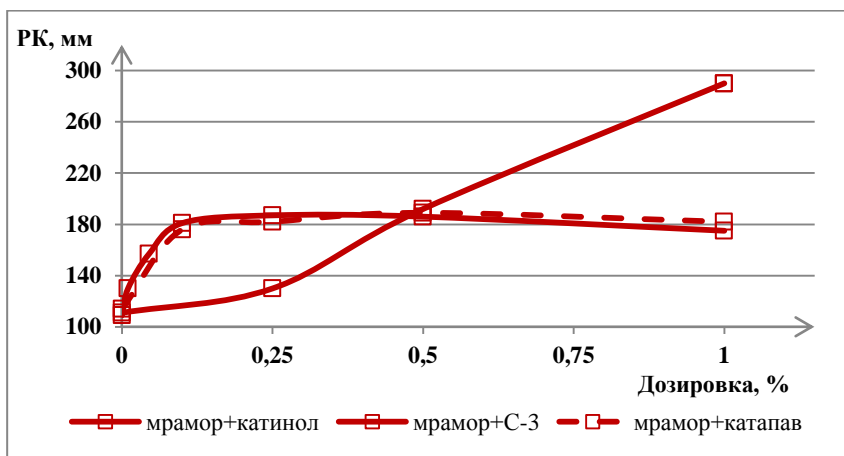


Рисунок 3 - Разжижающая способность анион- и катионактивных добавок

Исследования подтвердили, что восприимчивость к действию разжижителя зависит от вида мелкого заполнителя. Использование катионактивных добавок в мелкозернистых бетонах на мраморном песке экономически целесообразно при малых дозировках добавок. В смесях на кварцевом песке наибольший пластифицирующий эффект достигается при использовании катионактивной добавки. В таких случаях добавка катионного типа разжижает не только цементное тесто, но и заполнитель.

Список литературы:

1. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента / Белгород, 2016.
2. Загороднюк Л.Х., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Елистраткин М.Ю., Лашина И.В., Масанин О.О. Объективные предпосылки перехода к композиционным вяжущим / В сборнике: Научные технологии и инновации // Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 110-116.
3. Шаповалов Н.А., Романович Л.Г., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Опыт реализации практико-ориентированной модели обучения студентов инновационному предпринимательству / Высшее образование в России. 2014. № 3. С. 65-72.
4. Севостьянов В.С., Перельгин Д.Н., Уральский В.И., Горлов А.С., Глаголев Е.С., Бабаевский А.Н. Разработка и исследования

- энергосберегающего помольного оборудования для высокодисперсного измельчения материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. № 3. С. 76–80.
5. Чернышева Е.В., Серых И.Р., Статинов В.В., Статинов В.Ф., Глаголев Е.С. Несущая способность сталебетонных плит по нормальному сечению // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 42–44.
 6. Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М. О влиянии знака поверхностного заряда заполнителя на разжижающую способность суперпластификаторов // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2011. № 2. С. 2–26.
 7. Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М., Карпачева Е.Н. Катионактивная добавка для разжигания цемента-песчаных смесей // Бетон и железобетон. 2013. № 6. С. 9–10.
 8. Рахимбаев Ш.М., Тольпина Н.М. Повышение коррозионной стойкости бетонов путем рационального выбора вяжущего и заполнителей: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 321 с.

5. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ. ДИЗАЙН АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОБЪЕКТ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЙ КОМПЛЕКС СОЛОВЕЦКИХ ОСТРОВОВ»

Аксенов С.Е., канд. техн. наук, доцент,
Тутыгин А.С., канд. техн. наук, доцент,
Фролова М.А., канд. х.н., доцент,
Соколова Ю.В., ассистент,
Гонтарь Е.В., аспирант

*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*

Аннотация. В работе представлена оценка воздействия объекта нового строительства на объект всемирного наследия ЮНЕСКО «Историко-культурный комплекс Соловецких островов». Результаты проведенного анализа показали, что канализационные очистные сооружения и новые канализационные сети и коллекторы, отвечающие нормативным требованиям, не окажут значительного влияния, позволят улучшить экологическую и санитарно-гигиеническую ситуацию как в поселке Соловецкий, так и на архипелаге в целом, будут способствовать развитию комплексной инфраструктуры и повышению качества жизни, а также сохранению объектов природного и культурного наследия

Ключевые слова: объект культурного наследия, историческое поселение, оценка воздействия, инфраструктура.

«Историко-культурный комплекс Соловецких островов» является объектом Всемирного наследия ЮНЕСКО и находится на территории населенного пункта – поселок Соловецкий, входящего в перечень исторических поселений Российской Федерации [1].

Комплекс формировался на протяжении 4000 лет, поэтому различные его компоненты: ландшафт, археология, архитектура, инженерные сооружения – отражают все периоды истории архипелага и Русского Севера. Уникальный архитектурный ансамбль Соловецкого монастыря находится в центральной части историко-культурного комплекса в границах поселка Соловецкий на берегу Бухты Благополучия.

Одной из ключевых проблем в сфере сохранения уникального комплекса памятников истории и культуры и природных ландшафтов Соловецкого архипелага и дальнейшего его устойчивого развития является неудовлетворительное состояние инженерной инфраструктуры, что не только препятствует созданию необходимых условий для проживания населения и оказывает негативное воздействие на окружающую природную среду, но и создает угрозу безопасности объектов культурного наследия.

Централизованная система канализации в поселке Соловецкий отсутствует, существующие сети канализации самотечные. Имеется ряд локальных систем канализации (монастыря, музея, прачечной, группы жилых домов, гостиниц и других организаций) с выпусками ежегодно 52 тыс. куб. м. неочищенных сточных вод в бухту Благополучия Большого Соловецкого острова. На территории поселка имеется головная насосная станция для подачи сточных вод на очистные сооружения, находящаяся в аварийном состоянии, но из-за отсутствия очистных сооружений станция не эксплуатируется [2].

Для решения данной проблемы был разработан проект объекта капитального строительства [3], который предусматривает размещение вновь проектируемых очистных сооружений на существующей площадке, где в настоящее время имеются здания и сооружения по обслуживанию старых канализационных очистных сооружений, частично разрушенные (рисунок 1). Часть существующих зданий и сооружений предлагается разобрать или засыпать. Комплекс новых канализационных очистных сооружений включает следующие здания и сооружения: здание канализационно-очистных сооружений; колодец отбора проб; блок подземных сооружений – и предназначен для глубокой очистки сточных вод до требований, предъявляемых к качеству воды водоемов высшей категории рыбохозяйственного назначения.

Следует отметить, что градостроительная деятельность в историческом поселении подлежит особому регулированию в соответствии с Федеральным законом N 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации», Градостроительным кодексом Российской Федерации и законодательством субъектов Российской Федерации. Исходя из этого, при реконструкции существующих и возведения новых объектов капитального строительства на территории исторического поселения необходимо проводить комплексную оценку воздействия на объекты культурного наследия.

Целью данной работы являлась оценка воздействия объекта нового строительства – канализационных очистных сооружений на выдающуюся универсальную ценность объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Историко-культурный комплекс Соловецких островов».

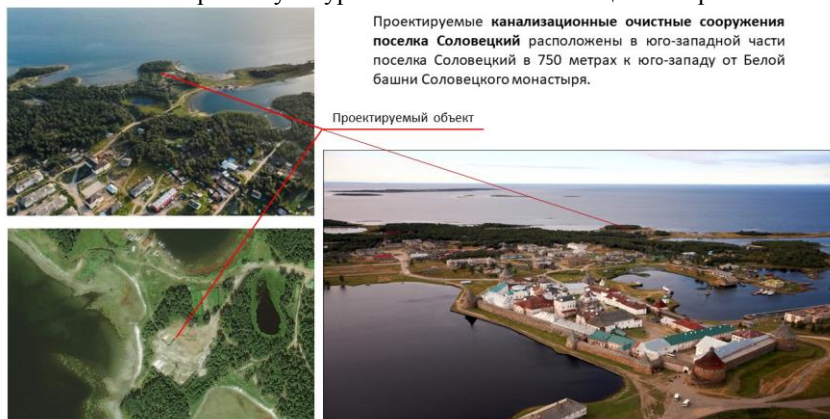


Рисунок 1 – Схема расположения участка для размещения канализационных очистных сооружений

Методика оценки воздействия универсальна и включает в себя следующие основные этапы (необходимый уровень детализации зависит от конкретного объекта и предлагаемых изменений): сбор материалов (библиографические и архивные изыскания, натурные исследования); полевые исследования; градостроительный анализ; архитектурный анализ; описание ресурсов наследия (выявление характерных признаков, отражающих выдающуюся универсальную ценность); описание предлагаемых изменений; анализ и оценка общего влияния предлагаемых изменений (моделирование и оценка прямых и косвенных воздействий); разработка мероприятий с целью предотвращения, уменьшения или компенсации последствий воздействия [4].

Согласно проекту Зон охраны объекта культурного наследия «Ансамбль Соловецкого монастыря», утвержденному Приказом Министерства культуры РФ от 24 декабря 2013 г. N 2333, участок строительства не попадает в границы охранной зоны, зоны регулирования застройки и зоны охраняемого ландшафта. Особо охраняемые природные территории в зоне производства строительных работ также отсутствуют.

Архитектурно-конструктивные и объемно-планировочные решения здания были разработаны на основании проведенных натуральных исследований, градостроительного и архитектурного анализов с учетом характера технологических процессов, условий стройплощадки, климатических условий района строительства, характера окружающей застройки и гармонизации архитектурной среды и с соблюдением противопожарных, санитарных и других действующих норм. Цвет фасадов здания подобран с учетом колористики окружающей застройки (рисунок 2).



Рисунок 2 – 3D визуализация фасадов зданий канализационных очистных сооружений

Был проведен анализ и оценка общего влияния предлагаемых изменений с точки зрения включения объема проектируемых канализационных очистных сооружений в историческую среду и влияние нового объема на сложившуюся объемно-пространственную композицию и панорамы путем натурального исследования визуальных связей участка, построения трехмерной модели местности и разрезов по характерным лучам восприятия, математического вычисления предельно допустимой высоты застройки.

Результаты проведенного анализа и оценки воздействия нового строительства показали, что канализационные очистные сооружения и новые канализационные сети и коллекторы, отвечающие нормативным требованиям, не окажут значительного влияния на восприятия панорам (здание будет закрыто растительностью и рельефом), позволят улучшить экологическую и санитарно-гигиеническую ситуацию как в поселке Соловецкий, так и на архипелаге в целом, будут способствовать развитию комплексной инфраструктуры и повышению качества жизни, а также сохранению объектов природного и культурного наследия [5].

Список литературы:

1. Шевченко, Э.А. Об исторических поселениях, недвижимых объектах наследия и градостроительных проблемах охраны наследия [Текст] /

- Э.А. Шевченко. – Санкт-Петербург: Издательство «Зодчий», 2018. – 367 с.
2. Стратегия развития Соловецкого архипелага уникального объекта, духовного, историко-культурного и природного наследия, как самостоятельного компонента Стратегии социально-экономического развития Архангельской области до 2030 года [Электронный ресурс] / Спасо-Преображенский Соловецкий ставропигиальный мужской монастырь: [офиц. сайт]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://solovki-monastyr.ru/media/attachments/Project_strategy.pdf, свободный (дата обращения: 15.01.19). – Загл. с экрана.
 3. Проектная документация объекта капитального строительства «Строительство канализационных сетей и коллекторов, канализационных очистных сооружений поселка Соловецкий», ЗАО «СМУ-303», 2013-2015 годы.
 4. Руководство по осуществлению оценок воздействия на наследие в отношении объектов всемирного культурного наследия [Электронный ресурс] / Публикация Международного совета по охране памятников и достопримечательных мест (ICOMOS) // Министерство культуры Российской Федерации: [офиц. сайт]. – Москва, 2011. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.mkrf.ru/documents/rukovodstvo-po-osushchestvleniyu-otsenok-vozdeystviya-na-nasledie-v-otnoshenii-obektov-vsemirnogo-ku/>, свободный (дата обращения: 11.01.19). – Загл. с экрана.
 5. Отчет по проведению оценки воздействия объекта капитального строительства – канализационные очистные сооружения пос. Соловецкий, расположенного по адресу: Архангельская область, Приморский район, поселок Соловецкий, улица Приморская, на выдающуюся универсальную ценность объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Историко-культурный комплекс Соловецких островов» // Автономная некоммерческая организация «НАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕСТАВРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО СОДЕЙСТВИЮ СОХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ». – Москва, 2016. – 182 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ КАК ЭЛЕМЕНТОВ ПРИРОДНОГО КАРКАСА

Баклаженко Е.В., ассистент,

Матвеев Ю.Д., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассматривается основная роль и место парков в городской среде. Затронуты проблемы препятствующие развитию городского парка как одного из элементов природного каркаса. На примере территории парка им. Ленина в городе Белгороде предлагается проект организации и благоустройства способствующий повышению качества городской среды. Выявлены основные принципы, определяющие концепцию развития парка как элемента природного каркаса города.

Ключевые слова: городской парк, природный каркас, городская среда, благоустройство, ландшафт, зеленые насаждения.

Озеленённые пространства города, за последнее столетие претерпели ряд изменений под влиянием различных аспектов развития городской среды. Глобальная урбанизация, рост городов, стихийная застройка привели к уменьшению количества и снижению качества озеленённых пространств. Острота экологической ситуации обуславливает значительный интерес учёных к проблеме вопроса экологии города, так как именно в условиях городской среды противоречия между природой и обществом выявляются чаще всего.

Одной из задач формирования комфортной городской среды является благоустройство города, а именно формирование инфраструктуры, обеспечивающей комфортное и безопасное проживание граждан. Сегодня градостроительство ставит задачи удовлетворения различных запросов населения: социальных, экономических, экологических, культурных и др.

В настоящее время в градостроительстве существует твердо устоявшаяся позиция о том, что все структурно-планировочные зоны городской среды должны быть пронизаны единой системой озеленения территорий, которая включала бы в себя весьма разнообразные по своим функциям объекты ландшафтной архитектуры. Как правило, данные объекты создаются либо искусственно на свободных от различного рода застроек территорий, либо же на базе существующих

природных комплексов – лесов, лугов, озер и т.д. Если проанализировать весьма богатый исторический опыт градостроительства, то можно прийти к выводу о том, что системы зеленных массивов в городе являются достаточно важным формообразующим фактором.

Зелёные насаждения в городе являются одними из образующих элементов природного каркаса, выполняющего средообразующую, природоохранную, рекреационную и оздоровительную функции, обеспечивая при этом комфортные и благоприятные условия для жизни. Одним из элементов природного каркаса являются узловые элементы которые в городском пространстве представлены парками, скверами, бульварами и садами.

Парк – неотъемлемый элемент любого города, городского поселения или же крупного населенного пункта, обеспечивающим экологические, эстетические, рекреационные и психологические потребности населения. История создания парков и их рекреационного использования простирается более чем на 500 лет. Родоначальниками создания общественных городских парков были англичане. Идея доступного для общественного пользования зеленого пространства в центре города успешно закрепилась в британском обществе, и развитие парковой культуры распространялось с течением времени за пределы Англии.

Первоначально городской парк представлял собой попытку копирования природных пейзажей, рощу или участок леса с живописными аллеями, полянами, прудами естественных очертаний, беседками и т.д. В XX веке появились новые тенденции развития городской садово-парковой культуры, основными, из которых стали парки в виде зелёных островков для прогулок в городской среде и развлекательные парки. Сегодня парк стал гораздо более сложным явлением, чем несколько десятилетий назад. Он представляет собой объект городской среды, ориентированный на социальные потребности жителей. Но не редко из-за недостаточно развитой инфраструктуры или малого внимания, уделенного проблемам рекреационного потенциала городских парков, многие из них не способны в достаточной мере обеспечивать свою основную задачу.

Экологические проблемы большинства городов в настоящее время не ослабевают, а усугубляются, и это происходит, в частности, из-за раздробления «зелёных клиньев» и «узловых элементов» природного каркаса города, деградации природных памятников под натиском антропогенной нагрузки, застройки лесопарков, развития транспортной

инфраструктуры. В настоящее время, когда город развивается более «вовнутрь», чем «наружу», и происходит резкое и повсеместное уплотнение городской застройки, территория городского парка оказывается одной из самых дефицитных. Постепенно парки теряют свои функции, застраиваются посторонними объектами, лишаясь при этом архитектурно-ландшафтного единства. В XXI веке практика европейских стран показывает, что обновление эстетического, рекреационного, просветительского содержания городских парков – одна из перспективных областей развития градостроительства.

Главным ориентиром для обеспечения устойчивого развития городской среды, формирования социально-экономической среды удобной для жизни, улучшения качества жизни населения выступают «Стратегия развития города Белгорода до 2025 года». На протяжении всего периода реализации которой, отмечались позитивные результаты, в таких сферах деятельности, как благоустройство, образование, жилищное строительство, здравоохранение, спорт, экология [5].

В 2016 году город Белгород приобрел новую современную зону круглогодичного отдыха - Белгородский зоопарк в урочище Сосновка, в котором также организован экзотариум. Формирующийся "Мультипарк "Белгородский" уже стал рекреационным ядром межрегионального значения и имеет колоссальный потенциал. В 2017 году по приоритетному проекту "Формирование комфортной городской среды" преобразована набережная реки Везелка, ставшая современной рекреационной зоной с малыми архитектурными формами, велодорожками и детскими площадками [6]. В городе активно идет благоустройство общественных зоны, продолжается реализация проектов архитектурно-ландшафтного обустройства "201".

Правительство Белгородской области проводит широкий ряд мероприятий направленных на создание качественной городской среды города, но, к сожалению, пока проводимые мероприятия не охватывают полный спектр образовавшихся градостроительных проблем, одной из которых является городское рекреационное пространство города Белгорода – парк имени Ленина.

Центральный парк культуры и отдыха им. Ленина был открыт в 1956 году и всегда оставался любимым местом приятного времяпрепровождения горожан, но в 1990-е годы парк пришёл в запустение. Сегодня территория парка находится в деградирующем состоянии и нуждается в полной реконструкции, а также в поиске своего сценарного развития.

На волне происходящих изменений самое главное не потерять идентичность парка, подчеркнуть уникальность и создать благоприятные условия для посещения парка различными группами пользователей. Города, как и много лет назад, по-прежнему нуждаются в зеленом пространстве, но социальная роль парков меняется, и дизайн общественных парков необходимо пересмотреть.

Одной из основных целей проекта является создание парка, который станет новым местом отдыха для жителей города. В качестве главной организационной формы была выбрана окружность, которая по своей функциональной значимости представляет собой отдельно образующие зоны. Также в данном проекте особое место занимает площадь, которая является центральным звеном, соединяющим различные функциональные территории отдыха.

БЛАГОУСТРОЙСТВО ПАРКА ИМ. ЛЕНИНА В ГОРОДЕ БЕЛГОРОД



Рисунок 1 - Проект благоустройства парка им. Ленина в г. Белгород.

Концепция данного проекта основана на идее сохранения частично прежней функции и создания современной природной территории, где можно не только отдохнуть, но и насытиться культурно. Основными принципами организации городского парка являются:

- Свободная планировка. Ничто не должно выдавать продуманность ландшафта;

- Никакой симметрии. Природа по своей сути асимметрична, поэтому и в парке не должно быть симметричных объектов;
- Обязательные контрасты рельефа. Пейзажный ландшафт, даже в плоской местности, должен строиться на чередовании ровных и холмистых частей;
- Планировка парка в соответствии с природным ландшафтом;
- Взаимопроникновение природной и экономической инфраструктуры;
- Относительная экологическая автономность и дискретность отдельных участков парка;
- Постепенное раскрытие перспективы.

Развитая система городских зеленых насаждений будет способствовать не только экологической устойчивости, но и является достаточно важным аспектом для формирования привлекательного облика городского пейзажа. Для достижения стабильного развития городских территорий следует учитывать экологические, социальные и экономические аспекты. Очевидно, что развитие должно быть основано на сбалансированном и гармоничном соотношении между социальными потребностями, экономической деятельностью и окружающей средой.

Список литературы:

1. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н., Проектирование садов и парков // Стройиздат, М. - 1991., - 340 с.
2. Медведев В.И., Алдашева А.А. Экологическое сознание. - М.: Логос, 2001. - 374 с.
3. Перькова М.В. Градостроительное развитие белгородской региональной системы расселения и ее элементов // Архитектура и строительство России. 2016. № 4 (220). С. 84-89.
4. Решение от 30 января 2007 г. N 413 «Об утверждении стратегии развития города Белгорода до 2025 года и плана мероприятий органов местного самоуправления по реализации стратегии развития города Белгорода до 2025 года на 2017 - 2020 годы».
5. Решение от 26.09.2017 № 561 «об утверждении программы комплексного развития социальной инфраструктуры городского округа «город Белгород» на 2017 – 2025» .
6. Сычева А.В. Ландшафтная архитектура, Москва 2004. 113 с.
7. Теодоронский В.С., Боговая И.О. Ландшафтная архитектура: Учеб. Пособие. М.: ФОРУМ, - 2010. – 304 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДСКОГО ПАРКОВОГО ПРОСТРАНСТВА В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ

**Баклаженко Е.В., ассистент,
Рябчевская П.С., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Статья посвящена актуальному на сегодняшний день вопросу формирования городских парков. Рассмотрены некоторые направления и тенденции развития парковых пространств, среди которых авторами выделяется комплексный подход, основанный на принципах устойчивого развития. Предложена стратегия проектирования и перспективного развития парков с позиции устойчивого развития данных территорий.

Ключевые слова: городской парк, городская среда, природные территории, устойчивое развитие.

Город представляет собой некую искусственную среду обитания, организованную в ходе исторического творчества людей, представляющую собой динамическую открытую систему социокультурных и территориально-пространственных мест. Город - это пространство, имеющее определенное функциональное содержание, это сложное градостроительное образование, город - это люди, живущие в нём, различные городское сообщество и группы. Но для того, чтобы город был удобным для людей, необходимо сформировать благоприятные условия, удовлетворяющие ежедневные потребности человека, чтобы он чувствовал себя комфортно в городской среде, хотел жить в этой среде, работать и отдыхать.

В процессе урбанизации городские пространства стремительно застраиваются, развивается промышленность, появляются новые объекты различного предназначения. При этом важной проблемой была и остаётся организация комфортной городской среды. Создание благоприятной среды для проживания людей является главным направлением развития современного поселения. Городские парки выступают своеобразной «площадкой», на которой каждый человек, должен иметь возможность удовлетворить свои социальные, духовные, и другие потребности. Парки положительно влияют на психологическое и физическое здоровье людей и выполняют важные социальные функции.

На протяжении всей истории развития градостроительства выдвигались самые разнообразные идеи по включению участков естественной природной среды в планировочную структуру города. В настоящее время в городах достаточное количество территории общей площади отводится зеленым насаждениям, объединяющим отдельные здания, сооружения и их группы в ансамбли микрорайона или квартала, они вместе формируют современный, удобный для людей город. Сейчас в градостроительстве все больше внимания начинают уделять формированию систем планировки местности. Система городских открытых пространств (незастроенные, озелененные участки) помогает оздоровлению окружающей среды, делает более разнообразным облик города, способствует охране природного ландшафта, совершенствует условия для массового отдыха граждан.

Важная особенность создания городских парков – комплексность и его функциональные характеристики, формируемые на основе множеств компонентов окружающей среды. Существуют два типа особенностей, связанных с характеристиками общественных пространств: архитектурно-пространственные показатели (структура, композиция) и вне-архитектурные параметры (природные факторы, ландшафтные особенности, эксплуатация, технология).

Также, на формирование и развитие городских парковых пространств влияют природные особенности района проектирования, климат, рельеф, существующая растительность, почва, наличие водоемов, геологические и гидрологические условия. Особая роль при формировании парковой среды отводится комплексной оценке существующего состояния городской среды, заключающаяся в установлении определенного взаимного соответствия между различными видами хозяйственного использования городской территории и требованиями охраны природы и улучшения окружающей среды.

На сегодняшний момент, широкое распространение получили универсальные парковые пространства предоставляющие разнообразный выбор занятий для развлечений и отдыха. В таких парках различают такие функциональные зоны, как детская, прогулочная, зона аттракционов, спортивная, событийная, зона массово-культурных мероприятий, зона тихого отдыха и др. Для каждой из зон определяется соответствующие им особенности рекреационной среды.

Их анализа современных проектных предложений организации парковых пространств можно выделить несколько новых тенденций в их развитии.

Парк – как тенденция. На данный момент парковые территории служат визитными карточками города. Многие люди, выбирающие для себя благоприятные условия для обитания, обращают внимание на наличие благоустроенных озелененных зон.

Парки в нетипичных местах. Из-за ускоренной урбанизации становится все меньше свободных участков для создания парковых пространств, именно поэтому будут использоваться территории пустырей, бывших свалок и зон промышленности.

Развитие "Зелёной" инфраструктуры. Сейчас люди пытаются озеленить города, т.е. реализовать концепцию «город в парке», благодаря этому парк станет одним из инструментов борьбы с серьезными экологическими проблемами.

Больше участников. Не только власти, но и жители городов заинтересованы в улучшении парковой инфраструктуры. Их активность проявляется в волонтерстве, финансировании, работе с городскими властями.

Решение по планированию, реновации, реконструкции городских и природных территорий должны проводиться с учетом определенного набора принципов, характерных для каждой конкретной ситуации. Выявление данных принципов поможет грамотно подойти к определению верного решения поставленной задачи и позволит наиболее гуманно применить свои архитектурно-градостроительные решения по отношению к природе, окружению и сложившейся городской среде. Архитектурно-ландшафтные решения по организации парков будут эффективными, если они будут опираться на комплексный подход, основанный на принципах устойчивого развития.

Основываясь на принципы устойчивого развития при формировании элементов зеленого каркаса города, возможно добиться социальной, экономической и экологической устойчивости его элементов - парков. Устойчивое развитие территорий - обеспечение при осуществлении градостроительной деятельности безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, обеспечение охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений [1]. Принципы концепции устойчивого развития и приемы их реализации определяются социальными, экономическими и

экологическими факторами, формируют стратегию проектирования и перспективное развитие парков.

Экологический подход в концепции устойчивого развития способствует обеспечению сохранения и воссоздания целостности биологических и физических природных систем.

- Увеличение значимости природы в жизни человека;
- Увеличение энергоэффективности и стимулирование использование альтернативных источников электроэнергии;
- Повышение значения «естественности», сохранение и увеличение биоразнообразия.

Исходя из социального аспекта концепция устойчивого развития подразумевает сохранение стабильности социальных и культурных систем. Ориентирована на сокращение и решение уже возникших градостроительных конфликтов путем поиска компромисса и справедливого распределения благ.

- Выявление идентичности места;
- Формирование комфортной и качественной парковой среды;
- Создание различных функциональных зон с минимальным вмешательством в природный ландшафт;
- Применение образовательных функций;
- Социальная справедливость.

Экономический подход, как один из главных аспектов в концепции устойчивого развития, подразумевает применение природо-, энерго-, и материало-сберегающих технологий, эффективное использование ресурсов.

- Сокращение потребления не возобновляемых источников;
- Восстановление деградирующих территорий от физического, функционального, экологического и социального упадка;
- Круглогодичное использование территории;
- Адаптация пространства для различных видов использования;
- Самокупаемость.

В связи с ростом городов увеличивается разделение элементов его системы по функциям, размерам и типам. Сейчас применяются гибкие структуры планировки, которые реагируют на меняющиеся потребности, именно поэтому системы озелененных пространств непрерывно усложняются. Использование в формировании общественно-рекреационных пространств различных подходов, позволит усовершенствовать процесс проектирования парка, найти верные для каждой территории проектные решения с учетом

сложившейся градостроительной, демографической, экологической и ландшафтной ситуаций. А зеленые насаждения, выгодно введенные в композицию застройки, повысят архитектурно-планировочные достоинства, помогут построить выразительный и живописный облик города.

Список литературы:

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 25.12.2018).
2. Глазычев В.Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды. М.: Изд-во Наука, 1984. 180 с.
3. Етеревская И.Н. Принципы эколого-ландшафтного проектирования городских общественных пространств: на примере г. Волгограда: дис. канд. архитектуры, Волгоград, 2004. 256 с.
4. Комов В. Э. Особенности благоустройства общественного пространства и развитие дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Государственное и муниципальное управление. 2015. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-blagoustroystva-obshchestvennogo-prostranstva-i-razvitie-dorozhno-transportnoy-infrastruktury-goroda-moskvy> (дата обращения: 10.04.2019).
5. Малоян Г. А. Основы градостроительства : Учебное пособие. — М., 2004. 120с.
6. Перькова М.В., Ладик Е.И. Формирование рекреационных зон на нарушенных территориях // Синергия Наук. 2017. № 16. С. 427-436.

СТРУКТУРА И БЛАГОУСТРОЙСТВО ДЕТСКОЙ ИГРОВОЙ ПЛОЩАДКИ «ПИРАТСКАЯ БУХТА»

**Вовженяк П.Ю., ст. преподаватель,
Резван А.А., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье описывается проектное предложение детской игровой площадки «Пиратская бухта». Выявление критериев проектирования касающегося данного вопроса опирается на требования ГОСТ, СНиП. В проектное предложение входит выбор места расположения проектируемого объекта на территории города Белгорода.

Ключевые слова: проектирование детской площадки, материалы покрытия, зонирование, ГОСТы.

Если рассмотреть статистику рождаемости в России на 2018 год, то можно заметить, она значительно возросла по сравнению с 2017 годом, а вместе с ним повысилась и потребность в комфортном развитии детей через создание инфраструктур. Окружающая среда во многом влияет на развитие ребенка любого возраста, она различными способами влияет на определенные аспекты взросления: культурного, физического и нравственного.

В Белгороде много прекрасных архитекторов, художников, скульпторов и дизайнеров, которые помогают благоустроить территорию города, применяя планировочные, архитектурно-художественные, композиционные и т.п. приемы. Одним из таких людей является Шишков Анатолий Александрович, его творением является малые архитектурные формы на Есенинском склепе, пересечение улиц Будённого и Есенина. Такие скульптуры не только украшают местность, но и приносят уютную атмосферу, где захочется задержаться и отдохнуть.

Активная игра ребенка на свежем воздухе основополагающая часть развития в его жизни, поэтому необходимо обеспечить детскими площадками дворы, парки и т. д. При проектировании детской площадки необходимо учитывать потребности и особенности развития детей всех возрастов, в соответствии с ГОСТ Р 52169–2003 и правильно выбрать место для ее расположения. С учетом норм и требований проектирования и благоустройства была выбрана территория для расположения детской игровой площадки по ул. Есенина 40 г. Белгород.

Критерии выбора территории: наличие поблизости детского сада, район с большим количеством жилых домов, наличие рядом небольшой площади, на которой проводятся различные культурные мероприятия, место для детской площадки максимально теплое и не ветренное, на солнечной стороне.



Рисунок 1 - Памятник Есенину. Есенинский сквер, город Белгород.

Расположение детской площадки, композиционно пространственная структура и гармоничность с окружающей средой играет важную роль, в проектировании. Для проектирования площадки была выбрана «Пиратская» тематика, с упором на деревянные конструкции. Выполнение игровой детской площадки в таком стиле вызовет большой интерес, т. к. современные дети, очень любят смотреть мультики или играть в компьютерные игры, а пиратский стиль вызовет желание проникнуться, быть частью этой культуры, которую они наблюдали по ту сторону экрана. Площадь территории является стандартной 600 кв. м., ее форма повторяет форму самого участка. Согласно таблице СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 (пункт 18.9) [1], детская площадка изолирована от транзитного пешеходного движения, проездов, разворотных площадок, гостевых стоянок, площадок для установки мусоросборников, участков гаражей-стоянок на 15 метров [2]. Проектируемая игровая площадка содержит зоны для детей разных возрастов: от 1 до 3 лет (60 кв. м.) с тенью навесом, от 4 до 9 лет

(150 кв. м.) и от 10 до 13 лет (240 кв. м.), для каждой зоны предусмотрено различное игровое оборудование [3].

Таковыми красками рекомендуется покрывать стены в больницах, детских садах, школах, на предприятиях, где необходимо постоянное хранение продуктов питания. Это обусловлено тем, что к этим помещениям применяются более жесткие санитарно-гигиенические требования.

Игровая площадка будет находиться на виду у взрослых, наблюдающих за игрой детей. Для удобства взрослых на площадке необходимо установить скамейки, беседки и тентовые навесы. В зоне для детей от 1 до 3 лет планируется разместить песочницу на открытом пространстве и песочницу под тентовым навесом. Тентовый навес «корабль» является главным элементом и служит не только местом для отдыха и наблюдения родителями за своим ребенком, но лазательным комплексом для развития моторики рук. Главный элемент имеет высоту 6,3 метра, а тентовый навес 4,5 метра. Включает в себя: лазательную сетку из канатов, песочницу, огороженную сеткой и бортиками, мачту, к которой прикреплен сам навес из плотной ткани «Оксфорд», которая защищает от солнца и дождя. Проектируемый главный элемент имеет «второй этаж», на котором находится скамейки длиной 2 метра. Каждый «этаж» имеет ограждение не менее 1 метра. В зоне для детей от 4 до 9 лет находится так же развивающая и лазательная конструкция, а также качели, горки, пеньки и турники. Элементы, за которые хватается ребенок имеет размер от 16 до 45 мм в любом направлении. Качели имеют расстояние от земли до сиденья 490 мм. Зона имеет горки разные протяженностью и расположенные на разной высоте. Зоне для детей от 10 до 13 лет будет оснащена огороженной спортивной площадкой и тренажерами. Все эти зоны объединит входная группа вместе с «общим» навесом для взрослых и детей.

Ежегодно, весной, на игровых площадках проводится полная смена песка, имеющего санитарно-эпидемиологическое заключение. Песочницы на ночь закрывают крышками. В теплое время года 1 раз в месяц песок исследуют на степень биологического загрязнения. При обнаружении возбудителей кишечных инфекций, гельминтозов и других примесей, опасных для здоровья детей, проводят смену песка.

Уборку участка следует проводить ежедневно: утром за 1-2 часа до прихода детей и по мере загрязнения территории. При сухой и жаркой погоде полив участка следует проводить не менее 2 раз в день, а уборку

территории – после него. Мусор и смет следует убирать в мусоросборники с закрывающимися крышками. Очистку мусоросборников производят при их заполнении на 2/3 объема. После опорожнения мусоросборники очищают и обрабатывают с помощью дезинфицирующих средств. Не допускается сжигание мусора на территории детской площадки и в непосредственной близости от него. Все строительные материалы для детской площадки должны быть морозостойкими и жаростойкими.



Рисунок 2 - Эскизное предложение детской игровой площадки «Пиратская бухта».

Главный элемент имеет высоту 6.3 метра, теневого навеса 4.5 метра, ширина – 5.5 метра. Все элементы, кроме спортивной площадки планируется выполнить из древесины классов «стойкие» и «среднестойкие» по ГОСТ 20022.2 [4] и не имеют на поверхности дефектов обработки. Что бы подчеркнуть тематику игровой площадки, для использования предлагается песок, он легко деформируется, поддается воздействию и в нем можно оставлять следы своего присутствия в виде ямок, лепить разные сооружения. Спортивная площадка выполнена из тартанового покрытия. Сами конструкции: качели, тентовые навесы, скамейки и т.д. предлагается выполнить из дерева, которое хорошо обработано, дабы не нанести вред ребенку. Пешеходные дорожки выполнены из бутового камня, что так же подчеркивает общий ландшафтный стиль площадки. Для сопряжения

поверхностей площадки и газона предлагаются садовые камни со скошенными краями [5]. Площадка должна быть оснащена необходимым оборудованием (пандусы, поручни и т.д.), для комфортного доступа маломобильных групп населения.

Соблюдая требования безопасности и благоустройства, был разработан эскиз проекта детской игровой площадки «Пиратская бухта», в которой создается приятная и интересная атмосфера для пребывания родителей и детей. Творческий подход к работе над художественным образом, планирование территории на функциональные зоны, применение качественных природных материалов, учет норм и рекомендаций по безопасности и удобству использования обеспечат в будущем оптимальные комфортные условия пребывания и развития детей.

Список литературы:

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. 2001 (дата обращения 23.10. 2018).
2. Григорьев А.Д. Проектирование. Детские игровые площадки: учеб. пособие Магнитогорск: МаГУ. 2012. С. 70-71.
3. По материалам информационного агентства "РИА" [Электронный ресурс]: URL: <http://ruscountry.ru/> (дата обращения 23.10.2018).
4. ГОСТ 20022.2-80 Защита древесины (дата обращения 23.10. 2018).
5. Григорьев А.Д. Проектирование. Детские игровые площадки: учеб. пособие Магнитогорск: МаГУ. 2012. С. 71-72.
6. Вовженяк П.Ю. Фактор цвета в архитектурной среде города Белгорода. Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2018. № 2 (22). С. 114-120.
7. Перькова М. В. Принципы градостроительного развития элементов и сети малых городов и агломераций белгородской области. Региональная научно-техническая конференция по итогам конкурса ориентированных Фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским Фондом Фундаментальных исследований и Правительством белгородской области. Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова. 2017. С. 235-244.

КОНЦЕПЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВНУТРИ ДВОРОВЫХ ПРОСТРАНСТВ В ГОРОДЕ БЕЛГОРОДЕ

Дребезгова М.Ю., канд. техн. наук, ст. преподаватель,
Антониади Е.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. Правильно организованное дворовое пространство способствует укреплению социальных связей, повышению безопасности придомовой территории, а также улучшению психоэмоционального настроения каждого отдельного человека. Современные дворовые пространства, являясь частью общегородской структуры, требуют особого архитектурно-художественного решения. Такое решение должно быть концептуально и композиционно осмысленно, тематически правильно увязано со спецификой архитектурного окружения жилых образований, а также социально грамотно обусловлено.

Ключевые слова: дворовое пространство, концепция, типы дворов, благоустройство, озеленение, транспортные коммуникации, архитектурная среда.

Правильно организованное дворовое пространство способствует укреплению социальных связей, повышению безопасности придомовой территории, а также улучшению психо-эмоционального настроения каждого отдельного человека. Эффективный двор - это двор, в пространстве которого хочется проводить время всем людям, независимо от их возрастных особенностей и интересов. Современные дворовые пространства, являясь частью общегородской структуры пространств, требуют особого архитектурно-художественного решения. Такое решение должно быть концептуально и композиционно осмысленно, тематически правильно увязано со спецификой архитектурного окружения жилых образований, а также социально грамотно обусловлено. В то же время потенциальная подоснова, заложенная в построении любого двора изначально, предопределяет направления его дальнейшего развития и преобразования в процессе эксплуатации. В связи с этим для поиска необходимых средств архитектурно-художественной гуманизации дворового пространства выполняется исследование существующего состояния организации двора [1].

Первоначально, чтобы выявить основные проблемы, связанные с устройством дворового пространства и разработкой правильных путей их решения, необходимо проанализировать существующие формы дворов и типы домов г. Белгорода. Конфигурация и физические размеры двора связаны с этажностью, периодом формирования застройки и особенностями градостроительных и планировочных решений [2].

Натурные обследования дворов жилых территорий г. Белгорода выявили следующие проблемы по формам дворового пространства:

- небольшие по площади дворовые пространства с отсутствием спектра разнообразных функций (парковочных мест, полноценного благоустройства и озеленения, не соответствие современным требованиям с точки зрения комфортности и эстетики).

- в крупных дворовых пространствах зачастую отсутствует эргономичная дорожно-тропиночная сеть, а также разделение на функциональные зоны, а также полное несовершенство планировочной структуры.

- во дворах со сложной смешанной конфигурацией подобны проблемы как в двух первых типах.

Самая распространенная проблема дворовых пространств - это отсутствие комфорта и эстетики. В любом районе нашего большого города можно найти массу пустых дворов с минимумом оборудования и благоустройства. Сейчас дворы служат просто транзитным пространством для пешеходов и автотранспорта. Жителям такой градостроительной структуры нет никакого интереса, находиться в жилой среде, где отсутствует архитектурно-художественное зерно. Поэтому эстетическое состояние жилой среды также имеет существенное значение [3-4].

При разработке внутриквартальной планировки жилых групп часто возникает транспортно-коммуникационная проблема. Например, остро встает вопрос о размещении парковок, как постоянных, так и гостевых. Так же можно наблюдать отсутствие пожарных подъездов и проездов, что абсолютно не соответствует строительным нормам. Нередко машины паркуют на пожарных проездах, что может привести к катастрофическим последствиям. При проектировании планировки дорожно-тропиночной сети дворового пространства следует учитывать удобство траектории и ее эргономичность, исходя из предполагаемой пешеходной активности жителей.

Например, исследуя дворовые пространства жилых образований «хрущевского» времени, можно отметить некоторый набор

унифицированного оборудования площадок, что делает пространство несколько однообразным и скучным. Сегодня эти дворы не отвечают актуальным требованиям жизнедеятельности и быта человека, поэтому возникает необходимость предложить концепцию развития придомовой территории.

Основываясь на психоэмоциональное восприятие человеком пространства, предложена модель преобразования дворовых пространств (рис. 1) по следующим основным направлениям:



Рисунок 1 - Модель преобразования дворовых пространств

- оснащение детских площадок современным оборудованием, максимально интересным для каждой группы детей и гармонично вписывающимся в стилистику двора (если такая имеется), а также установка спортивного инвентаря нового образца;

- формирование благоприятных условий для увеличения озеленительного фонда с учетом экологических проблем данного участка; планирование поливочного водопровода;

- создание современных парковок автотранспорта,

отвечающих нормам проектирования и материалам покрытий; проектирование эргономичных проходов на площадке и вокруг нее.

- организация площадок для отдыха каждой социальной группы, изначальный анализ интересов жильцов и планирование сценария поведения на проектируемой территории.

На примере дворового пространства по адресу ул. Бульвар Юности, 7 была предложена концепция по благоустройству и озеленению, учитывающая все вышеперечисленные рекомендации (рис. 2). При обследовании территории также выявлено: отсутствие зонирования, беспорядочное пересечение автомобильных и пешеходных маршрутов, отсутствие благоустроенной зеленой зоны внутри двора, отдельных парковочных мест, мест проведения досуговых мероприятий, единой системы освещения.

Авторами предложена система внутри дворовых проходов, различающихся по значимости и типам покрытия. Пешеходные коммуникации располагаются рационально и эргономично.

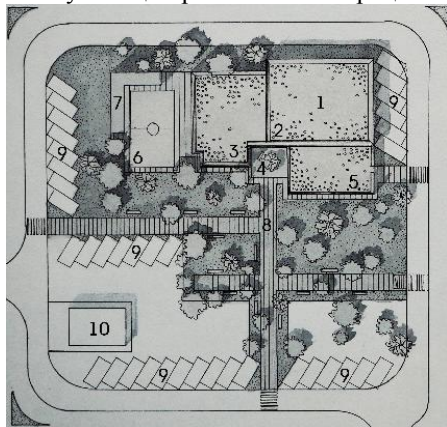


Рисунок 2 - Концептуальное решение дворового пространства по ул. Бульвар Юности, 7: 1 – главный элемент; 2 – зона для детей от 10 лет; 3 – зона для детей от 6 до 10 лет; 4 – входная зона; 5 – зона для детей до 6 лет; 6 – спортивная площадка; 7 – теневой навес; 8 – пешеходный дорожки; 9 – автостоянка; 10 – трансформаторная будка

Все зоны располагаются на разном уровне от земли. Для перехода предусмотрены лестницы и пандусы. Использование природных материалов для создания игровых площадок развивает интерес к познанию природы. Игровые устройства для детей предъявляют специальные требования. Они должны способствовать развитию детей, как физическому, так и умственному, давать свободу фантазии. Оборудованные детские площадки должны создавать для детей мир воображения, прививать навыки коллективных игр, способствовать формированию и развитию художественного вкуса. Малые архитектурные формы, используемые для лазания, балансирования, прыжков, подтягивания помогают обеспечить всестороннее развитие ребенка [5-6].

Главный композиционный вход ведет к центру всех развязок. На основании предложенной концепции организация наземной парковки, отвечает всем нормам и правилам. Центральная часть пространства жилой группы функционально разделена на три части: детская игровая площадка, спортивная площадка и пространство для тихого отдыха.

Доминантой и центром тяготения дворовой территории [5] является проект детской игровой площадки, состоящей из нескольких функциональных зон: зона для детей до 6 лет, зона для детей от 6-10 лет и зона для детей от 10 лет и старше.

В концепции благоустройства и озеленения дворового пространства по ул. Бульвар Юности, 7 представлены адаптивные для нашего региона виды лиственных и хвойных пород деревьев, обладающих благотворным влиянием на художественно-эстетическую среду жилого образования.

Заключение. Таким образом, исследование существующих особенностей в планировке и функциональной организации дворовых пространств раскрывает проблемные стороны архитектурно-ландшафтного формирования и художественно-эстетического оформления дворов, указывает на предпочтительные приемы преодоления этих проблем в рамках возможностей дальнейшей трансформации дворового пространства. Предложенная концепция преобразования дворового пространства может послужить повышению разнообразия и художественной выразительности застройки, открытых озелененных пространств, формируя качественно иную архитектурную среду. Разработанные элементы привнесут своеобразие и индивидуальность внутри дворовому пространству и периметральной застройке, а также обеспечат множество сценариев общения и пребывания на территории, что в значительной степени положительно скажется на уровне жизни населения.

Список литературы:

1. Архитектон: известие вузов № 38 Июнь 2012. URL: http://archvuz.ru/2012_2/5 (дата обращения 05.04.2019).
2. Крушельницкая Е.И., Перькова М.В., Власова А.Р. Способы внедрения природных компонентов в городскую среду в условиях уплотненной застройки * // В сборнике: НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ: Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 122-126.
3. Антонова Н.Н., Кривоносова И.А. [Концепция преобразования внутри дворовых пространств в городе Волгограде](#) / В сборнике: [Актуальные проблемы архитектуры, градостроительства и дизайна: теория, практика, образование](#). Материалы Международной научной конференции. Редактор-составитель Н.В. Иванова. 2018. С. 135-139.
4. «Правильный дом начинается с благоустроенного двора» Архитектура, Строительство, Дизайн. №3(76). 2014. Электронный ресурс: URL: <http://www.archjournal.ru/rus/galleryjournals76.htm> (дата обращения 05.04.2019).
5. Николаевская И.А. Благоустройство территорий: учебное пособие. Москва: Академия, 2002. 267 с.
6. Перькова М.В., Заикина А.С. Пути решения проблем деградирующих территорий в г. Шебекино // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6. С. 58-63.

ФОРМИРОВАНИЕ ЦВЕТО-КОМПОЗИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ФАСАДОВ ЖИЛЫХ ДОМОВ И КОМПЛЕКСОВ

Костина Ю.Н., ст. преподаватель,

Белянская Е.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В статье проводится анализ цвето-композиционных решений фасадов жилых домов, рассматриваются основные проблемы в данной области архитектурной деятельности на примере жилых комплексов города Белгорода.

Ключевые слова: архитектурный ансамбль, цветовая среда, композиция, колористика.

Одной из основных задач современной архитектуры является создание визуально комфортной городской среды. Устав от однотипных, невыразительных жилых зданий современное общество предъявляет высокие требования не только к качеству жилья, но и к выразительности архитектурных форм, колористике фасадов, делающих здания индивидуальными. Американский архитектор Луис Генри Салливан утверждал, что «архитектура – это искусство, которое воздействует на человека наиболее медленно, зато наиболее прочно»[1].

Композиция фасада - важное средство организации процессов жизнедеятельности и эмоциональной выразительности в архитектуре жилого дома. [12]. В архитектурной деятельности, на наш взгляд, первична форма объекта, сочетание объемов и поверхностей, тектоника, пропорции и масштаб сооружения, а цвет может как усилить эффект восприятия данной формы, так и произвести совсем обратное действие.

На сегодняшний день существует множество примеров удачных цветовых и композиционных решений жилых зданий, которые порой становятся достопримечательностью города. Но при проектировании жилых комплексов перед архитекторами стоит более сложная задача: учитывая местоположения объектов, место в структуре города, общую стилистику зданий, особенности визуального восприятия, тип окружающей застройки или природного ландшафта, стараясь не нарушать целостности здания, а так же архитектурные традиции города создать гармоничный архитектурный ансамбль[2].

Как известно цвет зданий влияет на уровень освещенности улиц, тем больше, чем больше их этажность, плотность застройки, ширина этих улиц. Модное нынче в европейских странах увлечение тёмными

цветами для жилья подхватили и наши архитекторы. Однако применение преимущественно темных оттенков в колористике фасадов делает комплекс зданий мрачным, несмотря на использования природных материалов, таких как дерево, кирпич, и др.. Темный цвет, как известно, поглощает свет и не позволяет выявлять игру объемов и светотени, здания кажутся слишком тяжелыми и массивными.(рис.1)



Рисунок 1 - Жилой комплекс «Андерсен» г. Москва

При проектировании многоэтажных жилых домов, воспринимаемых зрителем на значительном расстоянии, выразительность композиции достигается за счет укрупнения масштаба членений, объединения мелких повторяющихся элементов в группы, часто используя при этом контрастные цветовые сочетания. С помощью цвета также можно зрительно расчлнить единый объем здания, создав ритмический ряд из меньших объемов. (рис 2)



Рисунок 2 - Жилой комплекс



Рисунок 3 - Новые районы Осло в Ивандеевке.

Но не стоит создавать слишком большое дробление, зачастую делая неправильный акцент и заменяя выделяющийся ритм примитивным схематическим набором элементов, разрушая единое восприятие объема. Необходимо прочувствовать гармоничное количество соотношения цветов на поверхности фасадов, их насыщенности, фактуры поверхности и внешнего освещения. Существуют приемы увеличения и уменьшения контрастов, например, расположение цвета на фоне родственного цвета, использование большой разницы площадей цветового объекта и фона, увеличивая цветовой контраст. Вне единства композиция не существует. В архитектуре единство

многосторонне, оно лежит в основе таких понятий как ансамбль, среда, стиль.

Следует помнить, что равноценность элементов разрушает композицию жилого дома. Форма, поделенная на равные части ослабляется в своем единстве. Равные по высоте части дома могут не восприниматься как одинаковые, если их материальная форма выполнена из различных материалов, окрашена в разные цвета. Одинаковые части могут также подчиняться одному главному элементу, отличающемуся от них. Два одинаковых дома, поставленных рядом не связываются в композицию. Единство получим, сместив эти главные элементы к единому центру. [12].

Образ в композиции жилого дома — выявление художественными средствами концептуальной и материальной сущности сооружения, наличие художественной выразительности в жилом здании.

Изучая архитектуру Белгорода выявляются некоторые тенденции композиционно-цветовых решений городской застройки. Белгородские архитекторы долгое время применяли при строительстве объектов жилых и общественных зданий только светлые и пастельные тона, видимо сохраняя имидж «Белого города».

Жилые комплексы, построенные в 2000-е годы, отличались выразительностью форм, интересными объемными решениями, но все же оставались в серо-бежевых тонах. Цветовыми акцентами были лишь остекление и кровля.

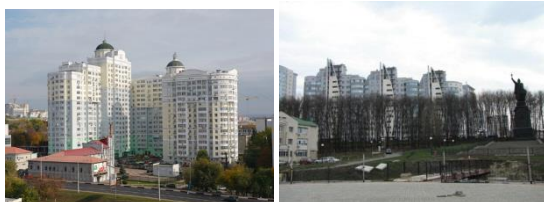


Рисунок 4 - Жилые комплексы «Славянский» и «Владимирский» г. Белгород.

Конечно, в сохранении имиджа города, его традиций, есть смысл, но время не стоит на месте и диктует новые решения. Сегодня жилые комплексы и дома проектируются с яркими элементами, позволяя человеку легко ориентироваться в жилом районе. Используя сочетания контрастных цветов, включая в колористику фасадов элементы ярких оттенков, архитекторы пытаются создать гармоничную среду обитания

людей, поднять им настроение и жизненный тонус. Это способствует тому, что жители города, особенно молодежь, выбирает для проживания именно такие дома (рис 5).



Рис 5. ЖК «Восточный» в г. Белгород и ЖК «Форест клуб» г. Воронеж

Но цвет, порой используется в чисто декоративных целях. Когда архитектура здания невыразительна, фасад его превращается в холст для цветной графики. Попытка только с помощью цветowych пятен и линий придать «сложность» примитивному объему лишь выявляет архитектурную беспомощность.



Рисунок 6 - ЖК «Бульвар» г. Кемерово

Не стоит также забывать, что создавая что-то новое, не следует слишком выходить за рамки и проектировать здания нарушающие комфорт зрительного восприятия. Яркие цвета в архитектуре следует использовать очень дозированно, в основном в деталях, фрагментах и в отделке небольших элементов. Слишком мощное воздействие яркие цвета оказывают на людей. Ведь архитектурное сооружение не картина, на которую, если не нравится, можно не смотреть. Это здание, представляющее собой внушительный объем, который нельзя будет просто игнорировать, если оно нарушает зрительный комфорт.



Рисунок 7- ЖК «Мкр-н №5» г. Видное и жилой дом на ул. Садовая г. Белгород

В процессе решения цвето-композиционных задач при проектировании жилых домов и комплексов, архитектор учитывает множество факторов, тем или иным образом влияющих на создание гармоничной архитектурной среды, максимально удовлетворяющей материальные и духовные потребности человека. Среди множества приёмов наилучшим образом зарекомендовала себя практика сочетания объемно-пространственной композиции как деталей одного здания так и комплекса сооружений, с элементами архитектурной колористики. Цветовые акценты, удачно выделяющие пластику фасадов, игру объемов, сочетание текстур и поверхностей способствует приданию жилым комплексам индивидуальности, обогащают восприятие города в целом.

Список литературы:

1. «Что такое архитектурный ансамбль», [Электронный ресурс.] URL: <http://www.arch-proekt.ru/что-такое-архитектурный-ансамбль>
2. Е. В. Карпова Влияние архитектурной среды на психологическое состояние человека:/ Е. В. Карпова, М. А. Мищенко, С. Б. Поморов/ Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова – 2015 – №1-2
3. Влияние архитектуры зданий на психику человека ://novainfo.ru/article/9798
4. Архитектура как баланс сил. Авторы: Сергей Чобан, Владимир Седов », [Электронный ресурс.] URL:<https://books.google.com.ai/books>
5. Современная архитектура: артикуляция пространства URL: <http://mod-arch-articul.blogspot.com/>
6. Арнхейм, Р. Искусство и визуальное восприятие /Р. Арнхейм.– М.: Прогресс, 2007
7. Волкова, Н.Ю. Формирование цвето-композиционных решений фасадов жилых домов и комплексов /Н.Ю. Волкова. – М., 2009.
8. Горсткова Е. И. «Основы архитектурной колористики»: ХГТУ 1997 г.
9. «Колористика города» международный семинар 1, 2 тома Москва 1990 г.
10. Ярмош Т.С., Храбатина Н.В. Колористика в формировании архитектурной среды. В сборнике: Наукоемкие технологии и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С.280 -279.
11. Р. Арнхейм «Искусство и визуальное восприятие», в пер. с англ. В.Н. Самохина, БГК им. И.А. Бодуэна да Куртенэ, 2000.
12. «Фасад жилого дома» [Электронный ресурс. URL:<http://gardenweb.ru/fasad-zhilogo-doma>

ДОБРЫЙ ГЕНИЙ ИНЖЕНЕРА ВЛАДИМИРА ШУХОВА

**Кузнецова С.В., канд. техн. наук,
Ванькова Т.Е., ст. преподаватель,
Афанасьева Ю.В., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В XIX веке по проектам Владимира Григорьевича построили 417 мостов. В.Г. Шухов также участвовал в создании новой Мытищинской системы московского водоснабжения. Во время Первой Мировой войны Владимир Григорьевич изобрел морские мины и платформы тяжёлых артиллерийских систем, спроектировал батопорты морских доков. Действительно, это был великий человек, он определил большинство направлений развития промышленной отрасли и архитектуры не только XX, но и XXI века.

Ключевые слова: гиперболоид, сетчатая конструкция.

В 1896 г. в городе Нижний Новгород прошла XVI Всероссийская промышленная и художественная выставка. На ней были представлены невероятные технические новинки: первый в России электрический трамвай, первый в мире радиоприёмник (грозоотметчик, как его тогда называли) Александра Попова, первый русский автомобиль конструкции Евгения Яковлева и Петра Фрезе и многое другое. Выставка была огромна: чтобы осмотреть все экспонаты, потребовалось бы больше недели.

На выставочных павильонах были творения лучших изобретателей и архитекторов того времени: А. Н. Померанцев, Л. Н. Бенуа, Л. Н. Кекушев, Ф.О. Шехтель и многие другие. Но большую часть внимания притягивали на себя творения инженера Владимира Григорьевича Шухова (1853-1939): восемь легких построек с перекрытиями в виде сетчатых оболочек, круглый стальной павильон-ротонда и гиперболоидная башня. До этого дня публика не видела ничего подобного.

Гиперболоидная 37-метровая башня Шухова удивляла своим видом. Она имела красивую изящную вогнутую форму, но в то же время была создана из прямых балок! Эта водонапорная башня снабжала водой всю выставку. Над баком установили смотровую площадку, куда вела винтовая лестница. Желавших увидеть выставочный павильон с такого ракурса было бесчисленное количество.

После показа в Нижнем Новгороде башню приобрел фабрикант и меценат Юрий Степанович Нечаев-Мальцов (1834-1913) и перенес её к себе в имени, которое располагалось в селе Полибино Данковского района Липецкой области. Она сохранилась до наших дней, является памятником архитектуры и охраняется государством. К сожалению, конструкция поражена коррозией и нуждается в срочной реставрации.

Еще до революции Владимир Григорьевич Шухов, выпускник Императорского Московского технического училища, сотрудник фирмы Бари, был известен как выдающийся инженер. В лучших магазинах того времени — Верхних торговых рядах и Фирсановском пассаже, им были построены арочные стеклянные своды. На Выксунском металлургическом заводе впервые в мире он применил сетчатые оболочки-перекрытия двоякой кривизны. Конструкции Шухова также можно узнать в зданиях Киевского вокзала в Москве и Московского центрального почтамта. Для Музея изящных искусств в Москве Владимир Григорьевич сконструировал светопрозрачные перекрытия в виде стальных арок со стяжками и рамных конструкций. Он принимал участие в проектировании и строительстве Нового Мытищинского водопровода в Москве. И это далеко не полный список!

Большой популярностью пользовались гиперболоидные конструкции Шухова. Они применялись для создания водонапорных башен, морских маяков, мачт военных кораблей, опор линий электропередач. Шухов сконструировал не менее 200 сетчатых гиперболоидных башен, из которых до нашего времени дошла лишь десятая часть. Так, на Украине сохранились 32-метровая водонапорная башня в Николаеве, односекционный 70-метровый Аджигольский маяк в Днепровском лимане под Херсоном, 34-метровая водонапорная башня в городе Черкассы и другие.

Но не только гиперболоиды и сетчатые конструкции прославили Шухова. Он внес огромный вклад в развитие нефтяной и газовой промышленности: сконструировал первые в России нефтепроводы, мазутопроводы с подогревом, цилиндрические резервуары-нефтехранилища, речные танкеры, разработал основы нефтяной гидравлики, изобрел установки для крекинга (высокотемпературной обработки) нефти, трубчатые паровые котлы и многое-многое другое.

Неудивительно, что творения Шухова были востребованы советской властью. Они полностью отвечали духу и эстетике новой эпохи. Владимир Григорьевич отказался от эмиграции, полагая, что его профессия и навыки будут востребованы в Советской России.

В сущности, так оно и произошло, хотя прославленный к тому времени инженер был вынужден жить в весьма стесненных условиях. Ему были присуждены высокие звания и государственные награды: член-корреспондент и почётный член Академии наук СССР, лауреат премии имени Ленина, Герой Труда.

В 1932 году Шухов принял участие в работах по восстановлению после землетрясения древнего медресе Улугбека в Самарканде. Совместно с архитектором М.Ф.Мауэром он осуществил уникальную работу: выпрямление «падающего» минарета.

Теперь разберемся, что же такое гиперboloид. Однополостный гиперboloид, который Шухов использовал для строительства своих башен — дважды линейчатая поверхность. Это означает, что через любую точку такой поверхности можно провести две пересекающиеся прямые линии, которые будут полностью принадлежать этой поверхности. Прямые балки, которые устанавливали на поверхности вдоль этих линий, образуют характерную решётку. Само сооружение имеет характерную вогнутую форму.

Уникальная черта таких гиперboloидных конструкций — жесткость, ветроустойчивость и способность нести вес, превышающий массу самой конструкции. Еще один существенный плюс — невысокая материалоемкость и, следовательно, дешевизна.

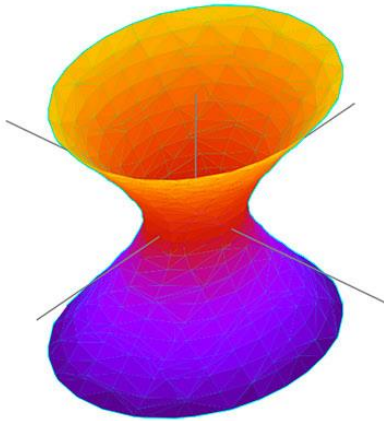
Говоря на языке математики, однополостный гиперboloид представляет собой поверхность второго порядка в трёхмерном пространстве, который задается в декартовых координатах уравнением:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

Уравнение однополостного гиперboloида, где a и b — действительные полуоси, а c — мнимая полуось. Если $a = b$, то такая поверхность называется гиперboloидом вращения. Однополостный гиперboloид вращения получается путем вращением гиперболы вокруг её мнимой оси.

Кроме того, существует двуполостный гиперboloид, который описывается уравнением:

Однополостный гиперболоид



$$-\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

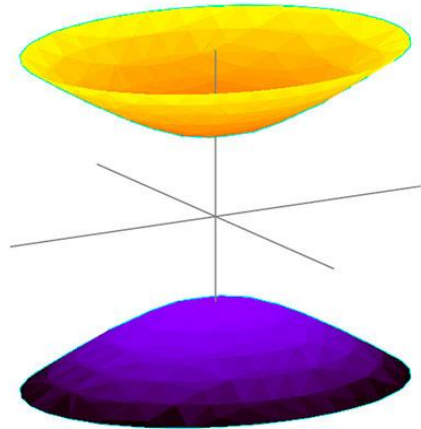
где a и b — мнимые полуоси, а c — действительная полуось. Двуполостный гиперболоид вращения может быть получен вращением гиперболы вокруг её действительной оси.

Однако для того, чтобы гиперболоидные конструкции нашли применение в строительстве, нужен был толчок. Или счастливый случай. Владимир Шухов позднее вспоминал: «О гиперболоиде я думал давно. Шла какая-то глубинная, видимо, подсознательная работа, но всё как-то вплотную я к нему не приступал... И вот однажды прихожу раньше обычного в свой кабинет и вижу: моя ивовая корзинка для бумаг перевернута вверх дном, а на ней стоит довольно тяжелый горшок с фикусом. И так ясно встала передо мной будущая конструкция башни. Уж очень выразительно на этой корзинке было показано образование кривой поверхности из прямых прутков».

Вскоре гиперболоид начал свое победное шествие по миру. В начале XX века гиперболоидными мачтами стали оснащать боевые корабли, в основном в США. В России гиперболоидные мачты были установлены только на двух эскадренных броненосцах типа «Андрей Первозванный».

Такие великие архитекторы XX века, как Гауди, Ле Корбюзье, Оскар Нимейер весьма часто использовали гиперболоидные конструкции, что придавало их творениям особую пластику и

Двуполостный гиперболоид



визуальную привлекательность. В знаменитом Саграда Фамилия (храм Святого Семейства) в Барселоне тоже применяются гиперболоиды. Гиперболоидные башни украшают разные города мира. Самая высокая из ныне существующих — 600-метровая башня Canton Tower в Гуанчжоу в Китае, построенная в 2005-2010 годах.

Интересы и заслуги Шухова далеко не ограничиваются гиперболическими конструкциями. Он — автор и воплоитель проекта первых российских нефтепроводов, конструктор установок для крекинга нефти и нефтехранилищ и газгольдеров, трубчатых паровых котлов, создатель морских мин и тяжелых артиллерийских систем... Остроумное инженерное решение его конструкций и сооружения не сгладится со временем даже при развитии новых методов строительства. Работать ему пришлось в сложное время, на переломе веков и эпох. Талантливый проектировщик, он достиг выдающихся результатов. В архитектуре Шухов умело применял все достижения научно-технического прогресса. Впрочем, чтобы рассказать об удивительной жизни этого человека понадобится еще не одна большая статья.

Список литературы:

1. В. Г. Шухов (1853—1939). Искусство конструкции / Райнер Грефе, Оттмар Перчи, Ф. В. Шухов, М. М. Гаппоев и др. — М.: Мир, 1994. — 192 с. — 3000 экз.
2. Лопатто А. Э. Почетный академик Владимир Григорьевич Шухов — выдающийся русский инженер. — М.: Издательство Академии наук СССР, 1951. — 127 с. — 8000 экз.
3. Мир-Бабаев М. Ф. Владимир Шухов и российское нефтяное дело. — «Территория Нефтегаз», М., 2004, № 10, с. 60-63.
4. Ковельман Г. М. Творчество почетного академика инженера Владимира Григорьевича Шухова. — Москва: Госстройиздат, 1961. — 363 с.
5. Металлические конструкции академика В. Г. Шухова / академик В. П. Мишин. — Москва: Наука, 1990. — 112 с.
6. Шухова Е. М. Владимир Григорьевич Шухов. Первый инженер России. — Москва: Издательство МГТУ им. И. Э. Баумана, 2003. — 368 с.
7. Г. М. Ковельман. Творчество почётного академика инженера Владимира Григорьевича Шухова. — Москва: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1961.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ СТИЛЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВРЕМЕНИ

Кузнецова С.Г., студент

Липецкий государственный технический университет

Аннотация. В работе рассказывается об особенностях архитектурных стилей и как происходило их изменение под действием времени, рассматриваются три основных направления, по которым оценивается архитектура той или иной эпохи, основные виды стилей, их особенности и отличия, а так же какие факторы влияют на изменение архитектуры.

Ключевые слова: архитектура, стиль, античный стиль, изменение архитектурных стилей, памятники архитектуры.

Архитектура многогранна. Это один из древнейших видов искусства, отражающий в культовых и общественных сооружениях мировоззрение народа в разные исторические эпохи. Она представляет собой искусство формирования пространственной среды, создания новой реальности, а так же обладает функциональным значением для человеческой пользы и эстетического наслаждения. Каждое сооружение имеет свое назначение: для жизни и труда, отдыха и учебы, торговли и транспорта.

Определенная эпоха выражается своим стилем. Совокупность основных черт и признаков архитектуры данного времени и народа называется архитектурным стилем. В мире существует их около 170, начиная с глубокой древности и до наших дней.

Каждый выражается в трех направлениях: функциональном, конструктивном и художественном. Чтобы дать конкретное представление об архитектурном стиле, нужно охарактеризовать его по формуле Витрувия: польза, прочность, красота.

Функциональная сторона говорит о «нужности» постройки, она создается только тогда, когда нужна человеку.

За многовековую историю были созданы две основные конструктивные системы: стоечно-балочная (опоры несут всю нагрузку от сооружения на себе, а горизонтальные балки перекрывают пространство между ними) и арочно-сводчатая (тяжесть нагрузки несут опоры, но пространство между ними перекрывают своды, что позволяет раздвинуть стойки на большие расстояния).

Эстетическая (художественная) сторона делает архитектуру одним из видов искусства. Сам Витрувий считал, что постройка должна быть

не только необходимой и прочной, но и обязательно красивой, радовать глаз и привносить отличительные особенности народа. Художественный вид постройки и внутренняя отделка отражают вкусы архитектура и общества в целом.

Каждой эпохе присущи свои представления об окружающем мире, свое видение красоты и гармонии.

Стиль формируют отличительные качества и свойства конкретной исторической эпохи, страны, которые проявляются в зданиях и сооружениях.

Формирование стилей начинается в конкретных условиях экономического и общественного устройства. На него могут повлиять религиозные течения, государственное устройство, элементы других стилей, национальность, климатические условия, ландшафт и рельеф местности.

Памятники архитектуры способны донести до нас вековую информацию о том, что люди считали эталоном красоты того времени, что ценили и настолько развит был уровень культуры.

Вот уже на протяжении столетий существует следующий общепринятый порядок классификации стилей:

- египетский стиль - 5000-1000 гг. до н.э.
- античность - 3000 г. до н.э. - 400 г. н.э.;
- романский стиль – 10-12 вв.;
- готика – 12-16 вв.;
- Ренессанс (Возрождение) – 15-16 вв.;
- барокко, рококо – 17-18 вв.;
- классицизм – 18-19 вв.;
- модерн - конец 19 в. - начало 20 в.;
- рационализм - 20 в.

Каждому из этих стилей присущи свои признаки и отличительные черты. Рассмотрим некоторые из них: античный стиль и модерн.

Античный стиль классической архитектуры сочетает в себе несколько архитектурных стилей, которые были главными в античном мире. Его принято подразделять на греческую архитектуру и римскую. Большинство стилей в Европе связаны напрямую с древней архитектурой.

Важнейшими архитектурными объектами греческих зодчий были храмы богов. Греческие храмы радуют глаз, даже несмотря на смену нескольких исторических эпох. И это не случайно: греки предполагали, что боги похожи на людей, а значит и образ жизни у них схож. Значит,

дома богов должны быть приспособлены для комфортного времяпровождения. Сам храм возводился на массивном многоступенчатом фундаменте. Замкнутое помещение было с единственным входом, и внутри него устанавливалась статуя бога, которому был посвящен храм. Огромное значение играли колонны. Их формы, пропорции и отделка были чуть ли не решающими в облике сооружения. В Древней Греции прослеживались три основных направления: дорическое (простота и тяжеловесность форм), ионическое (воздушность и изящность) и коринфское (роскошь).

Характерные особенности древнегреческого стиля:

- основной материал – камень (мягкий камень, известняк, сырой и обожженный кирпич);
- деревянные балки служили для конструирования перекрытий, на ранних этапах применялись для изготовления колонн;
- ордерная система;
- храмы воздвигались на основании, обносились четным числом колонн, имели портик и двускатную крышу;
- водопровод и канализация;
- декоративность.

Древнеримская архитектура подразделяется на несколько периодов, каждый из которых обладает своими особенностями.

В первом периоде прослеживается сильное влияние этрусской культуры. Основной задачей было строительство жизненно необходимых канализаций, дорог и общественно-полезных проектов. Именно в то время появилась система отвода отходов из города, знаменитая Аппиева дорога. Так же огромный интерес вызывают римские базилики – огромные четырехугольные строения, используемые для общественных нужд.

Второй период характеризуется повышенным вниманием зодчих к храмовым сооружениям и появлением первых храмов из мрамора.

Третий период самый продуктивный в истории Римской архитектуры. Постройки обладают великолепием и изяществом того времени. Проглядываются черты восточных и азиатских архитектурных стилей.

Характерные особенности древнеримского стиля:

- акцент на гражданских постройках;
- использование бетона (смесь извести, щебня и воды);
- оболочечно-монолитный метод строительства;

- использование мрамора и гранита;
- применение арок;
- водопровод;

В противовес античности рассмотрим один из современных стилей – модерн, и сравним, что изменилось в архитектуре построек за такой длительный период времени.

Модерн в разных странах имеет свое название, например, в Австрии – сецессион, в Германии – югендстиль. Стиль характеризуется стремлением сочетать в себе функциональность и эстетичность, но в тоже время создать цельный образ, где внешние и внутренние объемы будут подчинены единой композиции. Ему присуще обилие плавных и текучих форм. Взглянув на эти диковинные постройки однажды, ты уже не можешь оторвать глаз. Архитекторы воплотили в реальность свои самые безумные задумки.

Архитектура модерна многолика. Для строительства используются новые технологии и материалы, а в декоре преобладают растительные мотивы – орнаменты, наполненные стилизованными растениями и цветами, птицами, насекомыми и рыбами.

Развитие модерна не стояло на месте. Из классического модерна – Арт-нуво, появилось новое направление Ар-деко. Плавные линии трансформировались в геометрию, угловатые орнаменты и этнографические узоры. Предпочтение стало отдаваться дорогостоящим материалам, таким как, слоновая кость, алюминий, серебро и редкие породы дерева. Яркие цвета сменились красотой материала.

В 1930-1937 годах Ар-деко сменился Рациональным модерном. Промышленные дизайнеры лишили Ар-деко орнамента в пользу линии и острых углов. А экзотические породы дерева и камень вытеснил цемент и стекло.

Характерные черты архитектуры модерна:

- отказ от прямых линий;
- интерес к новым технологиям;
- свободная, функционально обоснованная планировка;
- применение каркасных конструкций;
- разнообразные строительные и отделочные материалы (железобетон, стекло, кованный металл, необработанный камень, изразцы, фанера);
- динамика и текучесть форм;
- отказ от обязательных симметричных форм, изогнутые поверхности;

- кованые решетки, асимметричные арки;
- естественные пастельные тона;
- многоэтажное строительство;

Если сравнить направление модерна с античностью, можно заметить, что стили не похожи друг на друга. Сменилось несколько эпох, материалы и технологии в строительстве, а самое главное мировоззрение людей. Со временем религия перестала иметь первостепенное значение для людей, поэтому храмовые комплексы сменились общественными постройками. Все рассчитано на благо и удобство людей.

Так же появились новые строительные материалы и технологии, что позволило архитекторам воплотить в реальность идеи и задумки, которые отошли от норм и правил классической архитектуры. Мы не можем сказать, что со временем стили совершенно изменились, скорее, стали похожи на смешение нескольких направлений в одном архитектурном стиле. Даже в модерне есть отголосок античности – использование ордеров в строительстве.

Развитие стилей ассиметрично, что внешне выражается в том, что каждый стиль постепенно изменяется от простого к сложному; однако от сложного к простому он возвращается только в результате скачка. Поэтому смены стилей происходят различно: медленно - от простого к сложному, и резко – от сложного к простому.

Таким образом, можно сказать – на развитие и появление новых архитектурных стилей влияют множество факторов. Основные из них – экономика, историческая эпоха, общественное устройство, религия и предшествующие стили в архитектуре. Архитектура меняется, привнося что-то новое и заимствуя самое лучшее из предшествующих эпох.

Список литературы:

1. Шаронов А. Все о стилях в мировой архитектуре / А. Шаронов. - Санкт-Петербург, ООО «СЗКЭО», 2017. 112с.
2. Блохина И.В. Архитектура. Всемирная история архитектуры и стилей/ И.В. Блохина. - М.: АСТ, 2014. 400с.
3. Маклакова Т.Г. Архитектура / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова, В.Г. Шарапенко, А.Е. Балакина. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. 472с.
4. Ситар С. Архитектура внешнего мира. Искусство проектирования и становление европейских физических представлений / С. Ситар. – М.: Новое издательство, 2013. 655с.
5. Глазычев В.Л. Архитектура. Энциклопедия / В.Л. Глазычев. – М.: АСТ. Астрель, 2002. 668с.

АНАЛИЗ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И АРХИТЕКТУРЫ ГОРОДА В КОНТЕКСТЕ КВАРТАЛЬНОЙ И МИКРОРАЙОННОЙ ЗАСТРОЙКИ

Кулаков М.А., инженер

Липецкий государственный технический университет

Аннотация. В современном мире при планировании городов и районов у градостроителей и архитекторов стоит выбор между привычной всем в нашей стране микрорайонной застройкой и квартальной. Различия между этими двумя типами не только в принципах строительства, но и во влиянии на жителей города.

Ключевые слова: квартал, микрорайон, градостроительство, архитектура.

Качеству городской среды на сегодняшний день уделяется особое внимание. Архитектура оказывает непосредственное влияние на жителей города, на их настроение и эмоции. Но нельзя забывать и про городское планирование. Правильная застройка должна максимально удовлетворять потребностям горожан: безопасность, хороший вид из окна, шаговая доступность необходимых магазинов и организаций.

В настоящее время при территориальном планировании остро стоит проблема выбора между квартальной и, всем привычной в России, микрорайонной застройкой.

Микрорайон представляет собой комплекс жилых зданий и объектов бытового обслуживания. Он формируется из домов, образующих пространство, уходящее вглубь от главных дорожных магистралей и улиц. Внутри микрорайона находятся здания социальной сферы (школа, поликлиника и прочее) и другие жилые дома, свободно расположенные в пространстве. Между ними участки озеленения, детские площадки и парковочные места. С магистралями микрорайон связывает сеть внутренних дорог, подводящих к домам [1]. Такая застройка реализует принцип, поставленный архитектором Ле Корбюзье. Он считал, что дома должны свободно располагаться внутри большой озелененной территории.

Квартал же находится в окружении улиц и в большинстве случаев делит городское пространство на прямоугольные участки, формируя среду вдоль улиц, а не в ее глубине. Здания возводятся малой и средней этажности, образующих внутри небольшой двор. Здания имеют входы со стороны улицы, поэтому внутренний двор остается частным местом для жителей. Парковочные места вынесены за пределы квартала в подземные, надземные или многоуровневые стоянки.

Эти два типа застройки отличаются в первую очередь своей плотностью. При квартальной застройке город имеет мелкую сетку улиц, ячейки. По периметру ячеек возводятся дома малой и средней этажности, плотно стоящие друг к другу. Стороны кварталов составляют около 100-300 метров в длину. Микрорайоны же имеют протяженность до километра и более. Дома строятся многоэтажные и находятся на значительном расстоянии друг от друга.

Оба типа застройки могут дать одинаковое число квадратных метров жилья с одного участка. На территории одного размера можно разместить несколько многоэтажных домов, или же десяток домов средней этажности, расположив их плотнее. При этом за счет соразмерности такая застройка будет приятнее глазу.

Парковочные места при квартальной застройке вынесены за пределы квартала. Въезд внутрь двора дома отсутствует, либо разрешен только для пожарной техники, реализуя таким образом принцип «двор без машин». В микрорайонах парковки размещены перед домом, внутри двора. Сегодня очень остро стоит проблема нехватки парковочных мест, поэтому газоны и тротуары в микрорайонах превращаются в паркинги, создавая дискомфорт для горожан.

Кварталы окружают узкие улицы, по которым перемещаются и автомобили, и пешеходы. Перед домами, как правило, находится широкий тротуар, являющийся общественным пространством. Первые этажи зданий полностью отданы под учреждения, предоставляющие различные сферы услуг. Все они находятся с внешней стороны домов и не затрагивают внутридворовое пространство и не создают дискомфорта для жителей домов. Стоит отметить положительное влияние на бизнес, ведь заведения находятся на проходных улицах вдоль домов, а значит, они на виду у большинства горожан. При микрорайонной застройке многие дома находятся внутри микрорайонов, мимо них проходит меньший поток людей. Поэтому в таких домах располагается самое необходимое (аптеки, продуктовые магазины), куда люди точно пойдут. Из-за отсутствия четкого деления пространства на внутридворовую и общественные зоны, дворы микрорайонов являются проходными и житель, отдыхающий во дворе, уже не чувствует себя комфортно и в безопасности.

При квартальной застройке жильцы имеют свою приватную зону в виде небольшого внутреннего двора, окруженного невысокими домами. За счет того, что общественная жизнь сконцентрирована с внешней стороны дома, внутридворовая зона дома остается приватной. Малая этажность зданий и небольшое количество квартир дает возможность

жильцам лучше знать друг друга. Это положительно влияет на настроение людей, их социальное взаимодействие между собой и на состояние внутреннего двора. Жильцам дома проще следить за чистотой и порядком внутри него, потому что они несут непосредственную ответственность за него. Поскольку они более или менее знают друг друга, это позволяет им чувствовать себя в безопасности, находясь в пределах внутриворобного пространства, и быстро определять посторонних. Отсутствие машин также дает комфорт и безопасность при пребывании на территории двора.

В микрорайонах же устроено все иначе. К сожалению, многие хорошие идеи такой застройки в наше время постепенно уходят в прошлое, а вместо них появляются новые проблемы. Из-за обилия машин внутренние дороги перестали быть такими безопасными как раньше. Большие площади озеленения превращаются в пустыри или стихийные паркинги на газонах. Из-за отсутствия деления на частную и общественную зоны, из-за наличия организаций и учреждений, как с внешней стороны микрорайона, так и внутри него, дворы домов становятся легкодоступными для всех. Жители домов лишены четких замкнутых границ двора. Здесь двор является большим пространством, окруженным большим количеством многоэтажных многоквартирных домов. За такой территорией сложнее следить, сложнее благоустроить и поддерживать порядок и чистоту. Жильцы уже не ощущают себя в безопасности, находясь в таком дворе, поскольку мимо них проезжают машины и проходит большое количество людей, которых они не знают [2].

Стоит отметить различие архитектуры кварталов и микрорайонов. В кварталах это дома малой и средней этажности. Архитектура каждого дома может существенно отличаться, создавая при этом разнообразие. Многие эксперты отмечают положительное влияние такой архитектурной среды кварталов на человека, в отличие от многоэтажных массивных монотонных домов микрорайонов [2].

Конечно, микрорайонная застройка имеет свои плюсы. За счет больших пространств и расстояний проще соблюсти нормы инсоляции, обеспечить пожарные проезды. Внутри микрорайона, как правило, в пешей доступности располагается школа или детский сад, что делает безопасным путь ребенка до школы, так как ему не приходится пересекать оживленные автомобильные трассы. Также внутри может находиться больница или поликлиника.

Микрорайонная застройка активно использовалась в СССР и даже была успешной. Например, экспериментальный 9-й микрорайон Новых

Черемушек в Москве, возведенный в 1959 году, получил положительные отзывы от Международного союза архитекторов.

Ярким примером является жилой микрорайон Барбикан, открытый в 1969 году в Лондоне. Этот Микрорайон является комплексом зданий, соединенных переходами, мостиками. Он проектировался как эксперимент, небольшой город в городе со своими системами парков и развлечений. Сейчас он имеет статус архитектурного памятника и является одним из самых больших центров искусств в Европе.

Но, к сожалению, не всем микрорайонам повезло стать успешными. Знаменитая история микрорайона Пруитт-Айгоу в Сент-Луисе часто ставится в качестве неудачного примера создания массового жилья. Открытый в середине 1950 года комплекс из многоэтажек не простоял и двадцати лет, превратившись в главное гетто города. Вскоре его пришлось снести [3].

В 2015 году комплекс Red Road Flats в Глазго постигла та же участь. Шотландский аналог Барбикана был возведен ещё в начале 1970 года на месте трущоб. Но со временем самый современный и высотный жилой микрорайон и сам превратился в трущобы, которые населяют малоимущие и мигранты. В 2008 году было решено, что местные тридцатизэтажные дома проще снести, чем отремонтировать.

Аналогичная история и с жилым комплексом Кабрини-Грин в Чикаго, существовавшего с 1942 по 2011 годы [3].

И так, как мы видим, основными проблемами микрорайонов являются: большие территории, которые тяжело поддерживать в чистоте и порядке; высотные типовые дома; отсутствие четких границ между общественной жизнью и частной жизнью жильцов дома; превращение газонов перед домами в стоянки автомобилей.

Но стоит отметить, что сейчас в России архитекторы и градостроители предлагают все больше проектов с квартальным типом застройки или же стараются приблизиться к такому типу. Это является хорошим шагом в будущее.

Список литературы:

1. Косицкий Я. В. Архитектурно-планировочное развитие городов / Я. В. Косицкий. М.: Архитектура-С, 2005. 648 с.
2. Элларт К. Среда обитания. Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие / К. Элларт; пер. с англ. А. Васильева. М.: Альпина Паблишер, 2016. 287 с.
3. Джейн Я. Смерть и жизнь больших американских городов / Я. Джейн; пер. с англ. Л. Мотылев. М.: Новое издательство, 2011. 460 с.

СОВРЕМЕННАЯ ТИПОЛОГИЯ ОБЪЕКТОВ ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Ладик Е. И., канд. архитектуры, доцент,

Макридина А.А., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Статья посвящена анализу современной типологии объектов этнографического туризма («этнографический музей-усадьба», «этнографическая деревня», «этнографический парк под открытым небом» и пр.). Рассмотрен отечественный и зарубежный опыт формирования объектов этнотуризма, и приведены примеры туристических мест.

Ключевые слова: этнотуризм, музей, усадьба, парк под открытым небом, этно-деревня

Этнографический объект необходимо рассматривать как систему признаков, характеризующих историю, местоположение, культуру этноса в сочетании его с современными функциональными формами, насыщающими объект туристического кластера, делая его привлекательным для туристов и жителей региона. К таким формам можно отнести явления и предметы традиционно-бытовой культуры, соответствующие данному хозяйственно-культурному типу, отражающие историю края и характеризующие неповторимые черты этноса, такие как культурно-художественные промыслы, бытовые народные ремесла, декоративно-прикладное искусство и др.

В настоящее время возможно выделить следующие типы объектов, которые можно отнести к этнографическим:

1. *Этнографический музей-усадьба* – научно-исследовательское или научно-просветительское учреждение, осуществляющее сохранение, популяризацию памятников истории, хранение архивных материалов, архитектурных сооружений традиционных для конкретного региона. Данный тип является основой для создания более крупных взаимосвязанных объектов этнографического туризма. Усадьба определяется как ограниченная территория, культурно организованное посредством творческой деятельности и специфических технологий пространство, имеющее определенную структуру: жилой дом, сад, набор хозяйственных объектов [1].

В настоящее время усадьбы, являющиеся объектами историко-культурного наследия, представляют ценность для туризма в регионах

Российской Федерации: историческую и архитектурную, ценность в качестве ландшафтообразующего элемента (в совокупности с их «естественной» средой, хозяйственными угодьями, исходной пейзажной обстановкой). В сфере туризма усадьба выступает как туристский объект, основная цель которого состоит в приобщении туристов к этнокультурному наследию региона. В связи с этим усадьба приобретает значимость с точки зрения этнографии, т.е. несет в себе информацию о каком-либо народе (в т. ч. определенной группе людей) [1].

2. *Этнографический парк под открытым небом* – это совокупность объектов, обладающих исторической ценностью интегрированных в местных ландшафт. Этно-парки представляют собой комплексы под открытым небом, позволяющие всем желающим познакомиться с аутентичными жилищами, бытом, традициями и культурой народов различных стран [2]. Этно-парки призваны соединить решение задач преобразования историко-культурных и природных объектов в объекты музейного показа и культурно-познавательного туризма, а также использовать возможности создания благоприятных условий для приобщения посетителей к народной культуре, проведения мероприятий массового характера, призванных возрождать традиции народных празднеств и промыслов [3].

3. *Этнодеревня* – быстро развивающееся явление в культурном и туристическом пространстве как России, так и за рубежом. В сфере туризма понятие «этнодеревня» интерпретируется как специально оборудованный комплекс для развития познавательного туризма, часто в сочетании с сельским и экологическим туризмом [2]. Можно сказать, что усадьба является структурной единицей этнографической деревни, основополагающей базой для ее создания. С позиции этнографии этнодеревня — «это поселение, сохранившее свой «этнический тип», с системой признаков, характеризующих традиционную культуру этноса» [1]. В этнодеревне стилизуется традиционный деревенский ландшафт со всеми составляющими его компонентами, актуализирующими этническую и локальную идентичность. Это некая имитация культурного ландшафта.

Авторами статьи был рассмотрен современный отечественный и зарубежный опыт планировочной организации объектов этнотуризма и проанализирована функционально-планировочная структура объектов различной типологии.

Отечественный опыт организации этно-туристических объектов. По данным Ростуризма популярнее всего среди отдыхающих по

Российской Федерации в сфере этнотуризма Алтайский край, Республика Карелия, Вологодская, Белгородская, Калужская, Рязанская, Нижегородская и Псковская области. Одним из лидеров туристско-этнографического направления в России является и республика Бурятия. В Бурятии при поддержке Главы Республики, правительства и муниципальных образований ежегодно с 2009 г. в летний период проводится фестиваль казачьей культуры «Единение». Число участников фестиваля ежегодно растет: с 500 чел. в 2009 г. в 2016 г. достигло 2 тыс. чел. География участников охватывает Республику Бурятия, Иркутскую, Сахалинскую, Московскую область, Забайкальский и Хабаровский края. Практически все фестивали включают в программу ярмарки, конные скачки, выступления казачьих ансамблей, показательные казачьи бои, соревнования по навыкам владения оружием, проведение старинных казачьих обрядов, организована реализация традиционных блюд и напитков, проводятся разнообразные мастер-классы и пр. [1].

Рассматривая отечественные примеры существующих этнографических музеев, возможно выделить государственный историко-архитектурный этнографический музей-заповедник Кижы, расположенный в республике Карелия. Территория музея представляет собой ограниченное пространство, культурно организованное посредством творческой деятельности и специфических технологий, имеющее сложную структуру. Основная часть экспозиции музея находится на острове Кижы, часть объектов музея также расположена в [Петрозаводске](#) и в ряде населённых пунктов [Медвежьегорского района](#). По концентрации объектов наследия Кижский историко-культурный и природный комплекс является уникальной исторической территорией, не знающей себе равных на Европейском Севере России. Вместе с памятниками, сохранившимися на месте своего происхождения и вывезенными из различных районов республики, кижское музейное собрание представляет основные аспекты традиционной культуры коренных народов Карелии: карелов, вепсов, русских. Наряду с активной собирательской, реставрационной, экскурсионной и просветительской работой, приоритетной для современного этапа развития музея-заповедника является деятельность, направленная на комплексное изучение историко-культурного и природного наследия и его освоение в контексте задач современного развития региона. Социальная ориентация Музея-заповедника "Кижы", его все более глубокое включение в систему социального, культурного и экономического развития территории бывшей Кижской волости,

активное взаимодействие с местной общиной - главное, что отличает концепцию его деятельности на современном этапе.

В качестве примера можно так же рассмотреть этнографический музей народов Забайкалья в Республике Бурятия. Данный комплекс предлагает туристам для осмотра усадьбы и хозяйственные постройки с орудиями труда, домашней утварью, мебелью и прочими предметами, характерными для поселений периода с начала XIX по начало XX века. В Предбайкальском комплексе демонстрируется усадьба бурята-казака, а в старожильческом — дом казачьего атамана [5].

Среди примеров этно-парков под открытым небом можно привести Национальную деревню народов Саратовской области, одну из популярных туристических территорий. По функциональному наполнению данная территория включает проведение тематических экскурсий по подворьям, ознакомление с укладом и бытом различных национальностей, когда-либо населявших регион, посещение тематических кафе. На территории проводятся мероприятия, концерты, народные праздники, фестивали и народные гуляния, такие как: «Широкая масленица», мусульманский праздник «Ураза-Байрам», фестиваль казачьей песни «Казачьи кренделя» и др. Здесь же можно приобрести памятные сувениры.

	Усадьба (музей)	Парк под открытым небом	Этнодеревни (этнокомплекс)	
Отечественный опыт	<p>Государственный историко-архитектурный и этнографический музей-заповедник Бийск</p> <p>Музей народного деревянного зодчества "Троицкая поляна"</p> <p>Этнопарк в Восточно-Бавастском общереспубликанском этнографическом музее-заповеднике.</p> <p>Национальная деревня народов Саратовской области</p> <p>Этнодеревня с. Тельбатов, Тербатаевского района (ООО «Центр старообрядцев»)</p> <p>МБУ Лычского муниципального района Староельского края «Центр традиционной русской культуры казачьих переселенцев и дружины казаков»</p>	<p>Музей народного деревянного зодчества "Троицкая поляна"</p> <p>Этнопарк в Восточно-Бавастском общереспубликанском этнографическом музее-заповеднике.</p> <p>Национальная деревня народов Саратовской области</p> <p>Этнодеревня с. Тельбатов, Тербатаевского района (ООО «Центр старообрядцев»)</p> <p>МБУ Лычского муниципального района Староельского края «Центр традиционной русской культуры казачьих переселенцев и дружины казаков»</p>	<p>Музей народного деревянного зодчества "Троицкая поляна"</p> <p>Этнопарк в Восточно-Бавастском общереспубликанском этнографическом музее-заповеднике.</p> <p>Национальная деревня народов Саратовской области</p> <p>Этнодеревня с. Тельбатов, Тербатаевского района (ООО «Центр старообрядцев»)</p> <p>МБУ Лычского муниципального района Староельского края «Центр традиционной русской культуры казачьих переселенцев и дружины казаков»</p>	<p>Музей народного деревянного зодчества "Троицкая поляна"</p> <p>Этнопарк в Восточно-Бавастском общереспубликанском этнографическом музее-заповеднике.</p> <p>Национальная деревня народов Саратовской области</p> <p>Этнодеревня с. Тельбатов, Тербатаевского района (ООО «Центр старообрядцев»)</p> <p>МБУ Лычского муниципального района Староельского края «Центр традиционной русской культуры казачьих переселенцев и дружины казаков»</p>
	<p>Усадьба Востокто, Россия</p> <p>Этнографический музей народов Забайкалья</p> <p>МБУ К Парк райончатого значения Ключи</p> <p>Архитектурно-этнографический музей «Ташань» - Иркутская обл.</p> <p>Этнома, Россия, Калужская обл.</p> <p>Али арваня деревня, Иркутская область</p>	<p>Усадьба Востокто, Россия</p> <p>Этнографический музей народов Забайкалья</p> <p>МБУ К Парк райончатого значения Ключи</p> <p>Архитектурно-этнографический музей «Ташань» - Иркутская обл.</p> <p>Этнома, Россия, Калужская обл.</p> <p>Али арваня деревня, Иркутская область</p>	<p>Усадьба Востокто, Россия</p> <p>Этнографический музей народов Забайкалья</p> <p>МБУ К Парк райончатого значения Ключи</p> <p>Архитектурно-этнографический музей «Ташань» - Иркутская обл.</p> <p>Этнома, Россия, Калужская обл.</p> <p>Али арваня деревня, Иркутская область</p>	<p>Усадьба Востокто, Россия</p> <p>Этнографический музей народов Забайкалья</p> <p>МБУ К Парк райончатого значения Ключи</p> <p>Архитектурно-этнографический музей «Ташань» - Иркутская обл.</p> <p>Этнома, Россия, Калужская обл.</p> <p>Али арваня деревня, Иркутская область</p>
<p>Дата основания: 1940-е гг.</p> <p>Дата основания: 1981 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2008 г.</p> <p>Дата основания: 1962 г.</p>	<p>Дата основания: 1981 г.</p> <p>Дата основания: 1981 г.</p> <p>Дата основания: 2011 г.</p> <p>Дата основания: 1981 г.</p> <p>Дата основания: 1981 г.</p> <p>Дата основания: 1981 г.</p>	<p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p> <p>Дата основания: 2001 г.</p>	<p>Дата основания: 2008 г.</p> <p>Дата основания: 2008 г.</p> <p>Дата основания: 2008 г.</p> <p>Дата основания: 2008 г.</p> <p>Дата основания: 2008 г.</p> <p>Дата основания: 2008 г.</p>	
<p>Модель точечная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p>	<p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p>	<p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p>	<p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p> <p>Модель линейная</p>	
<p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p>	<p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p>	<p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p>	<p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p> <p>Мультиязычные информационные ресурсы</p>	

Рисунок 1 - Отечественный опыт организации этно-туристических объектов.

Что касается развития этно-туризма в Центральном-Черноземном Районе, к которому, в частности, относиться Белгородская область, данный вид туризма здесь тесно связан с сельским и экологическим туризмом, которые в последние годы получили бурное развитие [5].

Учитывая ландшафтные характеристики лесостепной зоны Белгородской области, для создания рекреационных территорий возможна организация археологических музеев-заповедников под открытым небом, ландшафтных парков, воссоздание части утраченных объектов историко-культурного наследия области [4].

Зарубежный опыт организации территорий этнографического туризма. В настоящее время в мире возможно выделить несколько развивающихся видов этно-туризма. Одним из них является *генеалогический туризм*. В последние годы этот вид туризма становится популярен в странах Центральной Европы, где во время второй мировой войны наблюдалась массовая миграция населения. В качестве примеров популярных ностальгических туров можно привести путешествия потомков французских репатриантов в Тунис, поездки нынешних американцев ирландского происхождения в Ирландию, туризм и эмиграцию немцев Поволжья в Германию, турне израильтян в Восточную Европу, в странах которой до войны существовали крупные еврейские общины. В России же туризм и вовсе представлен многочисленными потоками. Интерес иностранных граждан в первую очередь вызывают несколько из них. В Карелию и Ленинградскую область едут тысячи финнов, чьи предки оставили эти места в связи с переселением послевоенных лет. В Калининградской области наблюдается активность туристов-немцев, на Сахалине – японцев. Согласно исследованиям, генеалогический туризм – является одним из быстро растущих секторов туризма в Европе.

Аборигенный туризм, особое направление туризма в мире. Термин «аборигенный туризм» возник в середине 90-х годов для описания проектов туризма в сообществах коренного населения и на их территории в Латинской Америке, США, Австралии и Канаде. Существует множество определений аборигенного туризма. Согласно Хинчу и Батлеру, так называется туризм, в котором коренное население участвует или напрямую, или через контроль над туристической деятельностью. Другое определение аборигенного туризма: туризм, основанный на природных достопримечательностях и турах, проводимых аборигенами, включая аборигенное истолкование природного и культурного окружения.

Джайлоо-туризм – это один из новых видов туризма. Джайлоо-туризм включает в себя проживание в племенах, в котором еще сохранился общинный строй без благ цивилизации. Зародившись в конце 90-х в Кыргызстане, с киргизского переводится как «горное пастбище». Джайлоо-туристы путешествуют по нетронутым уголкам

планеты – горам и степям Азии, лесам Сибири и Северной Америки, джунглям Амазонки и заповедникам Африки, – чтобы забыть на время о современной цивилизации.

Этнографический туризм в Австралии включает туры лодочные, культурные и экологические (в дикую природу). Эти туры проводятся на землях коренного населения, в национальных парках и традиционно племенных землях. Находясь во владении коренного населения, туристские предприятия имеют возможность для сохранения культурного и природного разнообразия, а также дают работу местному коренному населению. Такой этнографический туризм отвечает всем требованиям, обеспечивает устойчивое использование ресурсов и выполняет просветительные функции.

Зарубежный опыт	Усадьба (музей)		Парк под открытым небом		Этнодеревни (этнокомплекс)	
	Музей «Каса Красто», Анжера, Австрия	Испанский дворец музея Барбье-Мюллер, Барселона	Этнографический комплекс: Стансен, Швейцария	Музей народного быта в Рушаньшасе, Каунас, Литва	Фольклорная деревня народностей Ли и Мiao	Деревня Космистон, Кардифф, Великобритания
	<p>Дата основания: площадь: модель: точка</p>	<p>Дата основания: 1877 г. площадь: 1 га. модель: точка</p>	<p>Дата основания: 11 октября 1891 г. площадь: 18 га. модель: дисперсионная</p>	<p>Дата основания: 1888 г. площадь: 180 га. модель: дисперсионная</p>	<p>Дата основания: площадь: модель: центрическая</p>	<p>Дата основания: площадь: модель: центрическая</p>
	<p>Национальный музей исторических промыслов и этнографии Пизароне, Рим</p>	<p>Этнографический музей Кастельны и Леона, Савоия</p>	<p>Детский музей в Соренфере, Копенгаген, Дания</p>	<p>Музей «Зайдерлен», Эммебюкк, Нидерланды</p>	<p>Деревня Маумубуи, Дар-эс-Салам, Танзания</p>	<p>Этнодеревня Драмрад, Сербия</p>
	<p>Дата основания: 1867 г. площадь: модель: точка</p>	<p>Дата основания: 2001 г. площадь: модель: точка</p>	<p>Дата основания: 1986 г. площадь: модель: точечная</p>	<p>Дата основания: 11 октября 1981 г. площадь: 18 га. модель: дисперсионная</p>	<p>Дата основания: 1988 г. модель: дисперсионная</p>	<p>Дата основания: площадь: модель: дисперсионная</p>

Рисунок 2 - Зарубежный опыт организации этно-туристических территорий.

Закключение. В настоящее время этнографический туризм является одним из наиболее популярных и развивающихся видов туристической активности. Он представлен широким спектром архитектурных и градостроительных объектов, различной функциональной насыщенности, и типология данных объектов продолжает развиваться (от локальных точечных объектов до крупных комплексных образований). Как правило, объекты и территории этно-туризма тяготеют к историко-культурным ландшафтам и тесно связаны со сферой сельского, экологического и культурно-познавательного туризма. Развитие сети этно-туристических объектов имеет широкие

перспективы развития в регионах Центрального Черноземья России, в частности, в Белгородской области на основе ее историко-культурного потенциала. При организации сети объектов этнографического туризма, следует учитывать, что туристическая инфраструктура не должна нарушать экологическое равновесие территории, а приоритетом должна явиться сохранность культурных и природных ландшафтов.

Список литературы:

1. Кондрашова Е.В., Пинюгина В.А. О месте этнографических усадеб, деревень и парков в развитии этнографического туризма // Таврический научный обозреватель. 2017. №8 (25). С. 27-37.
2. Фалилеева О.Ю., Кондрашова Е.В., Старкова И.И. Этнографические парки, деревни и усадьбы как стратегический ресурс развития регионального туризма // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2017. № 4. С. 95-101.
3. Чайковский Е. Музеям под открытым небом — 100 лет // На пути к музею XXI века. Музеи-заповедники. М. 1991. С. 10-26.
5. Сорокина Г.Г. Историко-этнографический музей и социокультурные проблемы современного общества. СПб., 2006. 115 с.
4. Перькова М.В. Особенности культурно-исторических ландшафтов Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 74-79.
5. Бирюкова Е.В. Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. Том 3 (69). № 3. Ч.2. 2017. С. 4–15.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СУБУРБАНИЗАЦИИ (на примере Белгородской агломерации)

Ладик Е. И., канд. архитектуры, доцент,
Макарова М. Г., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассматриваются процессы формирования пригородов, происходящие в крупных городах России и за рубежом, выявляются проблемы, связанные с субурбанизацией, анализируются подходы к организации пригородной жилой среды, зарубежный проектный опыт и возможность его применения в условиях Белгородской области.

Ключевые слова: субурбанизация, агломерация, пригород, автомобилизация.

Процессы мировой субурбанизации, начавшиеся в США, Канаде, странах западной Европы в середине прошлого столетия, сегодня активно идут в региональных центрах России. Субурбанизация – это заселение и развитие территорий пригородных зон крупных городов, зачастую сопровождающееся (или непосредственно вызванное) массовым «переездом» туда городского населения. В результате происходит формирование городских агломераций - взаимосвязанных групп поселений (прежде всего городских), объединенных различными видами связей (трудовыми, производственными, рекреационными, инфраструктурными и др.) в динамичные системы. При субурбанизации темпы роста населения пригородов по сравнению с городами-центрами агломераций выше. Растущее благосостояние позволяет горожанам строить частные дома в пригородах, где по сравнению с городом ниже показатели уровня шума и загрязнения воздуха, нет недостатка озелененных пространств. При этом жители пригородов продолжают работать и проводить досуг в городе. Субурбанизация зачастую сопряжена с массовой автомобилизацией населения, так как в пригородах возможно недостаточное обеспечение социальной инфраструктурой (магазины, школы, кинотеатры и пр.), а также недостаточное количество рабочих мест. Показатель автомобилизации в России в настоящее время составляет около 240 машин на тысячу жителей, следовательно, автомобиль есть у каждого четвертого россиянина. Наличие автомобиля повышает мобильность и

позволяет перемещаться от мест приложения труда до места проживания на несколько десятков километров.

Пригороды в качестве специфического социально-экономического и культурного явления уже несколько десятилетий являются предметом разнообразных исследований. Масштабы субурбанизации в США в XX в. превысили все мировые рекорды, сделав Америку «страной пригородов» – государством, в котором они стали не только значимым символом национальной культуры, но и основным местом жительства граждан [7].

Субурбии на протяжении нескольких десятилетий являются предметом разнообразных исследований в мире. В англоязычном мире изучением данной проблемы занимались: Джексон К. Т., С. Парнел и С. Олдфилд, Р. Харрес, американская компания Duany, Plater-Zyberk, Д. Робинсон, работы которой призвали к более широкому освещению опыта городского развития в странах Южной Америки, Азии и Африки. Работы по изучению пригородов в странах бывшего социалистического лагеря проводил К. Станилов. В России данный вопрос изучался Вагиным В. В., Малоян Г.А., Трубиной Е.Г., Григоричевым К.В., Петри О.В., Аксеновым К.Э. и Крутиковым С.А.

Первые субурбии в России появились в районе Москвы. Со временем процессы субурбанизации начались и в региональных центрах. По общероссийской тенденции за последние 20 лет они активно стягивали население из близлежащих сельских поселений и городов, менее ресурсных с точки зрения рынка труда, развитости экономики, образовательной и культурной инфраструктуры. Крупные города, переуплотняясь, раздвигают свои фактические границы за пределы административных. Локальные в социально-экономическом и функционально-территориальном отношениях процессы субурбанизации подменяются нерешенными социально-территориальными проблемами межрегиональных и федеральных масштабов.

В мировой практике субурбанизационные процессы свидетельствуют об уменьшении или стабилизации населения крупнейших городов-центров и опережающем росте его количества в зонах пригородного расселения. При этом ослабевает структурная моноцентричность расселения, и с параллельным пространственным выравниванием размещения объектов социально-экономической сферы. Эти процессы реализованы в экономически развитых странах. Они объективны и носят универсальный характер, и потому их проявление закономерно и в России. В этой связи представляется актуальным сфокусировать

внимание на ряде положений, приобретающих ориентирующее для отечественной субурбанизационной практики значение, основанных главным образом на анализе тенденций и проблем пригородных территорий. Движущими причинами процесса субурбанизации становятся: физическая переуплотненность городов-центров и истощение их территориальных ресурсов; психологическая тяга к проживанию в собственном доме в комфортном природном окружении; необоснованно высокие цены на хорошую недвижимость в городах-центрах; ухудшающаяся экологическая составляющая; стремление к проживанию в социально гомогенной среде). Классическая субурбанизация – это этап социально-экономического развития, вызванный ростом жизненного уровня, и желанием человека иметь дом с участком на расстоянии от города, но при этом оставаться на прежнем месте приложения труда. Одна из причин возникновения субурбанизация - деконцентрация промышленности в городах-центрах, связанная с переходом к новым технологиям, требующим больших территорий для размещения филиалов городских производств, корпораций, а в настоящее время обусловлена стремительным ростом занятости в сфере обслуживания и отраслях четвертичной сферы деятельности, связанных с обработкой и передачей информации, административно-управленческими функциями, что отражается на росте потребностей в разнообразных учреждениях обслуживания, крупных комплексах офисных предприятий, паркингах и прочем (все эти потребности эффективно реализуются в пригородах городов-центров, где существенно ниже стоимость земли, жилья, сопутствующих жизнедеятельности населения объектов и инфраструктур) [1];

Рассмотрим более подробно проблемы субурбанизации на примере Белгородской агломерации. Белгородская агломерация на сегодняшний день находится в стадии формирования. К ядру агломерации – крупному городу Белгороду, тяготеет часть территорий Яковлевского, Шебекинского и Белгородского муниципальных районов [8]. В Белгородской агломерации процессы субурбанизации начались относительно недавно, примерно 15 – 20 лет назад. Когда после легализации права частной собственности в 1990-е гг. была разрешена приватизация земли и расширены права в использовании недвижимого имущества.

Активное развитие пригородной территории как в виде индивидуального жилищного строительства, так и гибридной застройки («town house») получило широкое распространение в пригородной зоне

г. Белгорода. Стоимость квадратного метра жилья такого типа значительно ниже цен на недвижимость в городской черте (в 2–2,5 раза), прежде всего, за счет экономии на земельных участках [3]. Это направление, совместно с промышленным освоением пригородов, строительством в пригородах бизнес-центров, торговых зон, только начинает развиваться в Белгороде, и перспективы его не ясны. Также существуют другие типы субурбанизации, например, сезонная, при которой семьи выезжают для постоянного проживания в загородный дом, на дачу на теплый период или на время отпуска. В этом случае работающие члены семьи становятся жителями агломерационной территории.

Второй вектор развития городских и пригородных территорий Белгорода, начиная с 90-х годов – массовое переобустройство советских дач, не приспособленных к круглогодичному проживанию, в капитальные жилые сооружения.

Третья тенденция - образование закрытых коттеджных поселений («gated communities»), которые ориентированы на наиболее состоятельное население и используются, в основном, как второе или постоянное жилье. Такие существуют и в пригородах г. Белгорода. (рис 1.).



Рисунок 1- Коттеджный поселок «Изумрудный», Белгородская область

Четвертое направление, напрямую связанное с процессами формирования пригородов, не входящих в черту города, – активный рост поселков и деревень в пригородной зоне. Все они в советский период являлись пригородами исключительно территориально (располагаясь на физических границах городского округа), имели главным образом сельскохозяйственное назначение, а население этих

поселков работало преимущественно на местных предприятиях. Таким образом, пригородное положение этих поселений еще не сильно влияло на трудовые практики и образ жизни местного населения. В период с 1990 х - 2000-е гг., ситуацию меняет рост миграционной привлекательности этих территорий, в результате которого происходит существенное обновление местных сообществ, а также выстраивается их социальная (связанная, прежде всего, с профессиональной занятостью) ориентация на город-центр, что позволяет говорить о рассматриваемых поселениях как о «пригородных» уже не только в географическом, но и в социально-экономическом смысле [5].

Пригородные поселения Белгорода образовались по общемировому сценарию. Изначально появлялись отдельные участки на границах городского округа, по мере увеличения автомобилизации населения, расширились, достигнув современных размеров. Их физическое развитие (застройка) происходило в последние 5–10 лет и, скорее всего, продолжится в активном режиме еще какое-то время. Проживание в пригородах г. Белгорода, как и по всей России, несомненно, имеет ряд плюсов: наличие своего дома, низкие местные налоги в сравнении с городом-центром, минимальный уровень шума, достаточное количество зелени, отсутствие проблем с парковкой. Несмотря на многочисленные плюсы, застройка субурбии имеет и проблемные аспекты. Во-первых, монотонная визуальная среда и однообразная застройка (рис. 2). Во-вторых, застройка пригородного типа требует больших площадей земли, что негативно сказывается на окружающей среде: возникают проблемы с насыщением земли влагой, эрозия почв, разрушаются естественные места обитания диких животных.

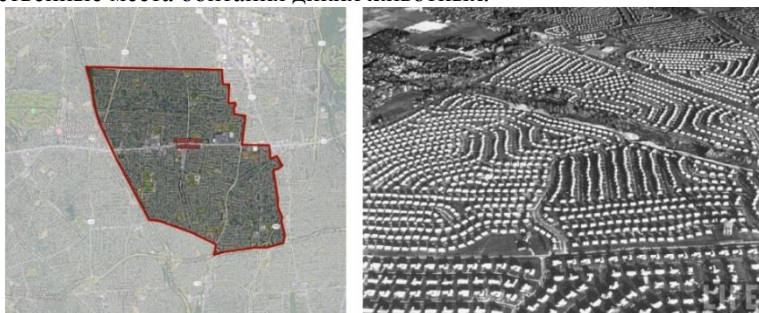


Рисунок 2 - Пригородный ландшафт г. Левиттаун, США

Стоит отметить, что население субурбий сильно зависит от автомобиля. Во многих пригородных поселениях недостаточное

количество школ, больниц, детских садов, общественных, развлекательных заведений, вследствие чего, чтобы добраться до продуктового магазина, школы, библиотеки или места проведения досуга приходится использовать автомобиль. Пешеходные зоны в пригороде развиты слабо в связи с тем, что расстояния слишком велики для пеших прогулок. Работа системы общественного транспорта, в свою очередь, сталкивается с неэффективностью. Жители пригородов попадают в автомобильную зависимость. Это приводит к заторам на трассах, от чего не спасает даже расширение дорожного полотна, которое зачастую происходит в ущерб пешеходной части. Некоторые жители пригородов Белгорода вынуждены тратить более 3 часов в сутки на дорогу из дома на работу и обратно – как ввиду больших расстояний, так и из-за пробок.

Воздействие пригорода на социальную жизнь также весьма значительно. Низкая активность общественной жизни обусловлена отсутствием общественных пространств для населения в пределах пешей доступности. Дети, подростки и юноши, живущие в пригороде и не имеющие водительских прав, не могут свободно распоряжаться своим досугом. Для населения данной возрастной категории в пригороде зачастую не обеспечена сфера развлечений и отдыха, которую может предоставить город-центр. Для населения старшей возрастной категории, которые по состоянию здоровья не могут водить автомобиль, затруднена возможность самостоятельно добраться до больницы или магазина. Все это является следствием недостаточно развитой транспортной инфраструктуры.

Один из зарубежных примеров решения проблемы: традиционное городское соседство (англ. *«traditional urban neighborhood»*). Такое соседство не создаётся рукотворно, а образуется естественно, в ответ на потребности жителей. Все необходимые сервисы, магазины, школы, поликлиники располагаются в зоне пешей доступности. Развитые пешеходные сети и общественный транспорт существенно снижает зависимость горожан от автомобилей. Дети и пожилые люди могут более свободно передвигаться без посторонней помощи. У молодёжи есть множество вариантов проведения досуга – музеи, галереи, театры. Поскольку рабочие места и учебные заведения расположены недалеко от места жительства, горожанам не приходится тратить много времени на дорогу, практически полностью исключается образование пробок на дорогах. В это же время, в традиционном городском соседстве отсутствуют такие проблемы, как загрязнение воздуха, повышенный уровень шума, так как по своему размеру и плотности населения оно

соответствует скорее малому городу, чем мегаполису. Главное отличие такого поселения от пригорода заключается в том, что здесь нет чёткого деления на функциональные зоны – жилые дома, центры развлечений, магазины и т.п. с разделяющими их автомагистралями. Как утверждают авторы рассматриваемой модели [6], дома, офисы, магазины и общественные пространства должны существовать во всех частях города. Чем меньше расстояние между ними, тем выше качество жизни горожан (рис. 3). Это так называемые «зоны смешанного использования».

Еще один зарубежный пример — это «окраинные города». Термин, введённый в 1991 г. журналистом Ж. Гарро в его работе «Окраинный город: жизнь на новых рубежах». Окраинные города постепенно заменяли пригород. Людям, живущим там, не хватало комфорта: зон отдыха, торговых центров, мест приложения труда и пр. В 1960-х крупные торговые центры стали появляться вблизи пригородных зон. В последующие два десятилетия начался активный процесс: девелоперы стали строить офисные центры на окраине города, предоставляя, таким образом, жителям пригородов достойную работу не слишком далеко от дома. Следующим этапом стало появление рядом с офисами культурно-развлекательных центров. Таким образом, население получает возможность работать, совершать покупки и отдыхать, не преодолевая больших расстояний и при этом находясь за города-центра.



Рис. 3. Традиционное городское соседство г. Нормал Иллинойс, США

Большую роль в процессе образования «окраинных городов» сыграло женское население. В 1970-х гг. жительницы пригородов устали от роли домохозяек и стали массово выходить на рынок труда, что побудило работодателей переносить офисы ближе к пригородам. Окраинный город должен предоставлять больше рабочих мест, чем жилья, поэтому его население в будние дни должно увеличиваться, он должен восприниматься как целостный многофункциональный центр. Наконец, окраинный город – это относительно новое образование, на

месте которого полвека назад был либо пригород, либо сельскохозяйственные угодья. Еще одной отличительной особенностью «окраинного города» является то, что у него чаще всего нет установленных на карте границ, мэра и официального статуса, поскольку это динамическое, постоянно развивающееся, непредсказуемое территориальное образование. Примером такого «города» является Пентагон. В нем насчитывается 345 тысяч кв. метров офисных площадей, на территории располагается большой торговый центр, а также множество зеленых насаждений (рис. 4).



Рисунок 4 - Пентагон – прототип окраинного города

Проблема привязанности жителей пригорода к автомобилю в Европе решается несколькими способами. Один из них создание железнодорожной сети между пригородами и городом-центром. Такой вариант возможно применить в Белгородской агломерации. Другой вариант решения проблемы – создание или улучшение уже существующей вело-инфраструктуры. В субурбиях расстояния от мест проживания до мест приложения труда не так велики, как в мегаполисах, а время, затраченное на дорогу, бывает в разы меньше, чем на автомобиле. Следовательно, этот способ вполне применим, также он требует меньших вложений и временных затрат, чем строительство ж/д путей. (таблица 1).

Заключение

Таким образом, необходимым условием субурбанизации является развитая автотранспортная сеть и велоинфраструктура. В целях снижения маятниковых миграционных нагрузок на города-центры субурбии целесообразно формировать как полифункциональные градостроительные образования, включающие в себя места приложения труда, пространства, позволяющие осуществлять культурно-бытовые связи и рекреационные зоны. Субурбию целесообразно планировать, предусматривая широкий спектр типов жилья по размерам, соответствию демографической специфике, ценовым критериям,

структуре жилой ячейки. Необходимо развивать как автотранспортную сеть, так и другие виды транспортной инфраструктуры.

№ п/п	Местоположение относительно города - центра	фото со спутника	Генеральный план субурбии	Выявленные проблемы	Факторы сущ. проблем	Зарубежный опыт решения проблем субурбий
1	село Ближняя Игумня село-завод 1936 - год основания 1 063 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Выявлены проблемы с вывозом мусора, происходит затор на проезжей части. 2. Недостаточно развит общественный транспорт. 3. Нарастает актуальность вопроса по зачет населенных пунктов. 	 Зоркая линия вид с ул. Просторная	 Террасирован ландшафт для предотвращения эрозии почвы
2	село Стрельцево село-завод 1945 - год основания 8 018 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Разрастается стихийный рынок, жителями не контролируется количество рынков мест. 2. Отсутствие развитого количества рабочих мест. 3. Недостаточно развит общественный транспорт. 	 Наруждение мест обитания диких животных	 Планирование досрочных или возможности проведения охоты на животных и насекомых.
3	село Соломино село-завод 1945 - год основания 127 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Абсолютная привлекательность местечка для застройки. 2. Отсутствие достаточного количества рабочих мест. 3. Отсутствие адекватной, общественной центра и др. общественной инфраструктуры. 	 Плохое состояние дорог, отсутствие инфраструктуры	 Создание клубов и иных объектов досуга
4	село Красное село-завод 1858 - год основания 2 588 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие школ, объектов общественного центра и др. социальной инфраструктуры. 2. Отсутствие балансовых помещений на территории. 3. Нарастает актуальность вопроса по зачет населенных пунктов. 	 Отсутствие инфраструктуры	 Создание развивающего образовательной среды
5	село Репное село-завод 1950 - год основания 488 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие достаточного количества рабочих мест. 2. Создается микрорайон за счет обустройства пробки в утренней и вечерней часы. 3. Отсутствие благоустроенных жилищных зон. 	 Отсутствие рабочих мест	 Внеочередная прокладка в субурбии для создания рабочих мест (г. Гортен, Дюссельдорф, Германия)
6	поселок Разумное село-завод 1978 - год основания 18 819 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Разрастание поселка деревни за счет увеличения жилищной части. 2. Создается микрорайон за счет обустройства пробки в утренней и вечерней часы. 3. Нарастает актуальность вопроса по зачет населенных пунктов. 	 Отсутствие парковки на ул. Ленина	 Развитие не на территории вблизи, а вдали от территории (г. Гортен, Дюссельдорф, Германия)
7	село Таврово село-завод 1792 - год основания 3 922 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарастает визуальное восприятие за счет развития ИЖС. 2. Разрастание поселка деревни за счет увеличения жилищной части. 3. Создается микрорайон за счет обустройства пробки в утренней и вечерней часы. 	 Малоэтажная застройка	 Вместо строительства многоквартирных домов, развитие и обустройство жилищных зон (г. Гортен, Дюссельдорф, Германия)
8	село Пушкарное село-завод 1928 - год основания 3 332 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Нарастает актуальность вопроса по зачет населенных пунктов. 2. Отсутствие достаточного количества рабочих мест. 3. Создается микрорайон за счет обустройства пробки в утренней и вечерней часы. 	 В селе Пушкарное микрорайон трехэтажных многоквартирных домов №101 и 229	 Создание развитой сети инфраструктуры (вплоть до пригородов Лондона)
9	поселок Комсомольский село-завод 1930 - год основания 2 281 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Создается ограниченная территория г. Белгород. 2. Недостаточно развит общественный транспорт. 3. Отсутствие достаточного количества рабочих мест. 	 Ограничение пути движения транспорта	 Создание ограниченной территории (Плэнтон, США)
10	поселок Дубовое село-завод 1943 - год основания 10 985 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Создается микрорайон за счет обустройства пробки в утренней и вечерней часы. 2. Привлекательность местечка для застройки. 3. Создается микрорайон за счет обустройства пробки в утренней и вечерней часы. 	 Защита на территории от шума	 Создание развитой инфраструктуры для обслуживания жителей на дорогах (Бельгия)
11	поселок Северный село-завод 1947 - год основания 10 843 - чел на 2017г.			<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие благоустроенных жилищных зон. 2. Разрастание поселка деревни за счет увеличения жилищной части. 3. Создается ограниченная территория г. Белгород. 	 Отсутствие парковки, благоустройство мест для отдыха	 Создание развитой инфраструктуры для обслуживания жителей на дорогах (субурбии Пепперхаб, Австрия)

Таблица 5 - Субурбанизированные территории Белгородской агломерации.

Сост. Макарова М.Е.

Список литературы:

1. Малоян Г.А. Субурбанизация: проблемы российской специфики // Academia. Архитектура и строительство. 2009. №1 С. 34-39
2. Никифоров Л.В. Рождение пригородной Америки. Социальные последствия и общественное восприятие процесса субурбанизации в США (конец40-х-50-х гг. XX в.). М.: Эдиториал УРСС, 2002. 356 с.
3. Баранов А. В. Исследование урбанизации в американской социологии //Вопросы философии. 1971. №2.С. 131-137.
4. Вильнер М.Я. О градостроительных основах инновационного развития России // Недвижимость и инвестиции. Правовое регулирование. 2008. № 4. С. 46–56.
5. Бреславский А. С. Внутренняя миграция и формирование пригородных сообществ в Улан-Удэ // Известия Иркутского гос. университета. 2012. №2. С. 52-59.
6. *Duany A., Plater-Zyberk E., Speck J.* Suburban Nation: the Rise of Sprawl and the Decline of the American Dream // North Point Press, Macmillan, 2011.
7. Jackson K.T. Crabgrass Frontier: The Suburbanization of the United States, Oxford: Oxford University Press. 1985.
8. Перькова М.В., Бутко О.В. Анализ обеспеченности образовательными учреждениями территории Белгородской агломерации* // в сборнике докладов Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии и инновации». 2016. С. 167-173.

КОММУНИКАЦИОННО-РЕКРЕАЦИОННЫЕ ПРОСТРАНСТВА В АРХИТЕКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННО - ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Немцева Я.А., ассистент,

Зорина В.К., студент

*Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Вопрос достижения торговой эффективности и общественной привлекательности общественно-торговых центров становится всё более актуальным. Исследование опыта проектирования и возведения коммуникационно-рекреационных пространств показывает связь их развития, с одной стороны – от формирования технологий торговли, выраженных в общественно-торговых центрах, с другой стороны – от единых веяний формирования зодчества, predetermined общественных-финансовыми и цивилизованно-историческими условиями.

Ключевые слова: общественные пространства, коммуникационно-рекреационные пространства, торговые центры, атриум, молл, пассаж.

Введение. В настоящее время, проблема архитектурной привлекательности общественно-торговых центров стала наиболее актуальной.

Сейчас хорошо заметны изменения в формировании архитектурной среды торговых центров и рационального использования городских территорий. Большую роль в развитии торговых зданий играет развитие коммуникационно-рекреационных пространств, как функционально-планировочный каркас, содержащий в себе главное художественно-смысловое направление.

Благодаря тому, что рекреационная функция становится преобладающей, современные общественные торговые центры постепенно становятся платформой для длительного социального взаимодействия. Стремительное развитие коммуникационно - рекреационных пространств общественно - торговых центров организует городское благоустройство и совершенствует его структуру[8].

Основная часть. Объектом проектирования в архитектуре всегда является пространственная форма. Множество функций проектируемого объекта подразумевает многообразие пространственных форм [1].

Важнейшее значение для композиции внутреннего пространства имеет система его освещения, выбираемая в каждом случае индивидуально в зависимости от характера сооружения, контингента посетителей, а также от целей освещения, методов экспозиции, предполагаемых затрат и пр.[2]. Большинство таких композиционных решений связано с интересным решением перекрытий.

Архитекторы всё чаще проектируют торговые центры с использованием плавных линий сводов, оболочек и наклонных перекрытий, включая световую среду в интерьер здания, тем самым пространство становится неповторимым и своеобразным.

К примеру, Николас Гримшоу в своей концепции торгового центра в Кэидене (Англия) применил систему ферм арочного вида, что перекрывало значимое пространство залов. Плавные арочные формы потолка способствуют равномерному распределению света.





В России современным примером можно назвать двухуровневый пешеходный мост «Багратион» 1997 года, представляющий собой торгово-рекреационный комплекс, построенный через Москва-реку и соединяющий две центральные части города - жилые районы Кутузовского проспекта и деловой центр «Москва-Сити». Первый такой переход-пассаж был создан по проекту архитектора Бориса Тхора и конструктора Владимира Трауша.

Коммуникационно - рекреационные пространства по структуре их размещения относительно торговых рядов, визуального восприятия, композиционных решений делятся на 3 основных типа: «пассаж», «молл», атриум». В свою очередь каждый тип имеет свои подтипы. Классификация КРП торговых зданий представлена в виде таблицы ниже (табл.1).

Понятие «пассаж» появилось раньше, чем молл, и ассоциируется преимущественно с европейскими пассажами 19 века, образованными на основе бывших оживленных городских улиц, превращенных со временем в специализированные торгово-пешеходные пути [7]. Пассажи, как правило, перекрыты светопрозрачными конструкциями, обеспечивающими проникновение света в интерьеры. Планировка пассажей проста, они представляют собой вытянутые в плане протяженные пространства, расположенные в одном ярусе или в нескольких. В современной жизни пассажи в чистом виде довольно редки, если это только не создание объекта с историческим прошлым. Сейчас пассажи являются фрагментом общего композиционного решения ТЦ.

Для разнообразия композиционных решений ТЦ возникает необходимость включения в планировку объединяющего элемента – атриума[5]. Довольно часто атриум является основным типом решения КРП в ТЦ. Гармонично смотрятся КРП, в композиции которых есть пешеходные пути (улицы), перекрытые стеклянными сводами и раскрывающиеся во внутренние «площади»-атриум и просторные вестибюли. Удачным примером архитектурного решения развитого многофункционального пространства с включением пассажей и атриумов является общественно-торговый центр на Манежной площади[6].

Таблица 1 - Классификация коммуникационно - рекреационных пространств по типам.

Тип (КРП)-«Пассаж»		
Подтип	Описание типа	Функциональная схема
1 Сквозной: -линейный, -анфиладный, -смешанный.	Зона торговли размещена в основном ярусах по обеим сторонам пешеходной улицы с остекленным покрытием.	
Пример применения		
		
Сквозной подтип: Пассаж на Невском.1848г. Санкт-Петербург	Замкнутый подтип: Охта молл.1906г.Санкт-Петербург	Петровский пассаж.1906г. Москва.
Тип (КРП)-«Молл»		

<p>1. Сквозной, 2. Замкнутый, 3. Тупиковый вид.</p>	<p>Тип обладает разнообразной структурой. Разнообразие определяется вариантами объединения и структурными особенностям и пешеходных улиц и площадей с помощью системы коммуникаций</p>	
<p>Пример применения</p>		
<p>Сквозной подтип: ТРЦ Дубай молл», Дубай</p>	<p>Замкнутый подтип: ТРЦ "Афимолл Сити" Москва</p>	<p>Тупиковый подтип: ТРЦ "Америка" США</p>
<p>Тип (КРП)-«Атриум»</p>		
<p>1. Одностенный, 2. Двустенный, 3. Трехстенный, 4. Четырехстенный, 5. Линейный.</p>	<p>Многоуровневый внутренний световой двор, обладающий разнообразными планировочными и объемно-пространственными очертаниями. Размещение и</p>	

	пространственная организация атриумов в структуре общественно-торговых зданий: -примыкание, -центрально расположенное размещение, -локальное размещение	
Пример применения		
		
Одноэтажный подтип: Атриум в ТЦ "Галерея" Новосибирск.	Двухэтажный, трехэтажный подтипы: Атриум в ТЦ "Аура" Ярославль»	Четырехэтажный подтип :Атриум в ТЦ «Лондон Молл», Англия

Направления дальнейшего развития КРП в архитектуре общественно-торговых центров.

В условиях современного города выделяются 2 основных направления развития КРП торговых центров: урбанистическое и ландшафтное.

Урбанистическое направление планирует проектирование КРП подобно городской структуре: улицы и площади объединяют различные блоки торговых площадок с учетом обеспечения благоприятного микроклимата. Урбанистическое направление направленно в основном на сжатые условия строительства.

Ландшафтное направление способно создавать довольно большие по протяженности коммуникационно-рекреационные пространства, которые будут привлекать горожан ландшафтными решениями.

Выводы.

Изучение и создание новых решений организации КРП, позволит осуществлять рекреационные и развлекательные процессы для разных возрастных и социальных групп. Так же это позволит решить проблемы нехватки озеленения и благоустройства городского пространства[3].

Современный этап в развитии КРП является качественно новым для архитектуры ОТС, что обусловлено активизацией и глобализацией социально-экономических процессов, происходящих как в России, так и в мире. [4]

Список литературы:

1. Пассажи и атриумы в структуре торговых зданий [Электронный ресурс]: [URL: http://www.arkos-proekt.ru/articles/passazhi-i-atrimumi-v-strukture-torgovich-zdaniy](http://www.arkos-proekt.ru/articles/passazhi-i-atrimumi-v-strukture-torgovich-zdaniy) (дата обращения: 20.02.2019).
2. Архитектурное проектирование общественных зданий. – М., Стойиздат, 1985. [Электронный ресурс]: <http://www.arkos-proekt.ru/articles/passazhi-i-atrimumi-v-strukture-torgovich-zdaniy/>(дата обращения: 16.03.2019).
3. Тареев В.М. Новые пассажи в старых домах / В.М. Тареев // Ленинградская панорама, 1986. № 2. С. 23–25.
4. Гордина Е.Ж. Атриумные пространства в высотных зданиях. Этапы развития / Е.Ж. Гордина // Архитектон: известия вузов. 2009. №28.
5. Саксон Р. Атриумные здания / пер. с англ. А.Г. Раппапорта; под ред. В.Л.Хайта. М.: Изд-во Стройиздат, 1987. 138с.
6. Московские пассажи вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс]: URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-88577> (дата обращения: 13.04.2019).
7. Пассажи и атриумы в структуре торговых зданий [Электронный ресурс]: URL: <http://www.arkos-proekt.ru/articles/passazhi-i-atrimumi-v-strukture-torgovich-zdaniy> (дата обращения: 13.04.2019).
8. Киселев С.Н., Перцев В.В., Перькова М.В. Особенности формирования комплексной инфраструктуры как фактор повышения качества жизни населения на территории Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2015. №1.С.11-15.

СЕМИОТИКА АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ КАЗАНСКОГО СОБОРА

Немцева Я.А., ассистент,
Савич В.Ю., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Данная статья посвящена символическому пониманию пространства, обращению к символическому смыслу здания, установлению соответствия между различными планами бытия и формами здания через пропорции и значение. Формы архитектурного произведения способны передавать идеи автора и вызывать различные чувства человека, влияя на его сознание, эмоции и поведение. В статье предпринимается попытка разобрать семиотику архитектурной формы Казанского собора для того чтобы как можно более полно понимать взаимосвязь формы, функции и содержания, понимать «диалог» человека и объекта.

Ключевые слова: семиотика, символ, форма, функция, назначение.

Семиотика - целая наука, развивающаяся самостоятельно, не растворяясь в других дисциплинах, имеющая свой собственный понятийный аппарат и освещающая со своей особой позиции знания о знаках. Для достижения наивысшей степени понимания семиотики необходимо разграничивать семиотические средства, относя к понятию знака только средства человеческой деятельности, тогда в понятие семиотики войдет теория знаков, символов, индексов[2].

Сигналы определяются как такие информационные воздействия на систему-приемник, которые способны запускать в ней заданные реакции, обусловленные имеющейся в данной системе предынформацией, т.е. «кодом» Например, дом, как объект, служит индексом местом пребывания человека, жильем для человека, аэропорт несет в себе индекс перемещения, школа - учебы. Индексы обнаруживают отношение не только к системе-приемнику, но также к некоторому источнику, свойства которого данные носители информации проявляют и которые должны быть известны интерпретатору. Семиотика на сигнально-индексном уровне характеризуется тем, что все составляющие данного процесса являются участниками данной ситуации, в которой она происходит.

«Знаковая призма», образованная элементами необходимыми и достаточными для организации знакового способа связи, демонстрирует систему отношений между ними, являясь ее механизмом.

Л.Ф. Чертов подчеркивает, что модель «знаковой призмы» служит исследовательским инструментом, дающим целостное представление о знаковом механизме[2].

Рассматривая любое архитектурное сооружение, являющееся индексом, далее расчлняя его на геометрические формы и исследуя геометрию (коды), можно прийти к пониманию образности, целостности, законченности композиции здания, его назначения для человека, района, города и всей страны [1].

За основу для семиотического анализа архитектурных форм взята модель Казанского собора в Санкт-Петербурге, представляющая собой старейшее архитектурное сооружение, расположившееся на Невском проспекте. Сложная градостроительная ситуация, особенность мировых аналогов и каноны русской православной церкви-стали главными образующими для проекта А. Воронихина (рис.1). Монументальный православный Казанский кафедральный собор – это архитектурное сооружение начала 19 века в стиле ампир. Казанский храм, раскрываясь своей колоннадой к Невскому проспекту, организовал вокруг себя целое пространство – Казанский сквер, Казанскую площадь, Казанский мост и Казанскую улицу.



Рисунок 1 - Разбор собора на простейшие геометрические формы.

Архитектурный ансамбль, выходящий северным фасадом с полукруглой колоннадой на Невский проспект, охватывает и образует площадь, концентрируя потоки людей в своих объятиях [7]. Полукруг – это есть половина круга, стремящаяся к завершению и превращению в

первичную форму, также - это серп Луны, символизирующий притяжение и передачу информации, принятие и отражение солнечного света [3](рис.2).



Рисунок 2 - Символ Луны и полукруг колоннады.

Главным и центральным элементом композиции является базиликальный собор, базилика имеет средокрестие-поперечный неф. План собора представляет собой форму латинского креста. Латинский крест - длинный крест, имеющий направление с запада на восток, три коротких конца символизируют три лица, Троица и длинный конец символизирует единичность Бога [4]. В главе креста, где находятся три коротких конца, создается поле притяжения, сбора прихожан, место их объединения. Люди лицами направлены к алтарю-центру, в поле притяжения, где и происходит «диалог» человека с Богом (рис.3).

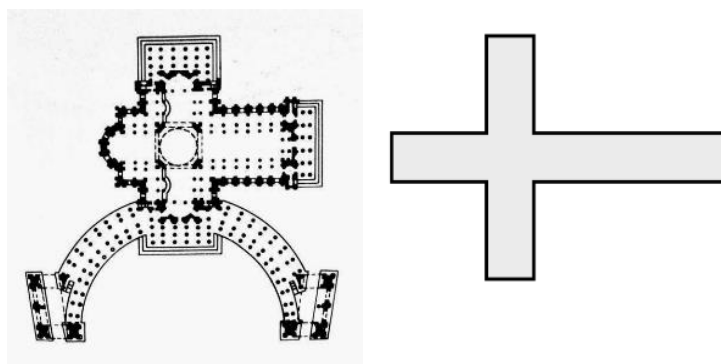


Рисунок 3 - План собора и форма латинского креста.

Доминирующим элементом колоннады является портик с фронтоном. Символ «Всевидающее Око» на фронтоне берет свое начало из православной иконописи XVIII века. Это аллегория, которая символизирует Всевидающего Бога и отсылает к Библии. В последствии

масоны заимствовали этот образ и использовали его в оформлении своих лож. Глаз в лучистом треугольнике стал знаменовать присутствие Великого Архитектора Вселенной, что еще больше утверждало значимость А. Воронихина и делало его великим архитектором - великого сооружения.

Символизм портика - призыв войти во внутрь собора, его доминирующее положение направляет потоки людей вдоль колоннады к северному входу, заключая и объединяя их внутри собора. Высокие колонны портика нависают над человеком, преобладая над ним, поглощая его во внутрь, а всевидящее око оживляет портал.(рис.4)



Рисунок 4 - Портик Казанского собора с направлением движения людского потока.

Корпус храма с бронзовыми скульптурами, со сложными барельефами и колоннадой из 96 колонн создает тяжелый «земной» образ композиции. Противовесом является высокий барабан цилиндрической формы с пилястрами– символизирующий шею Бога, а купол -голову. Барабан пронизан высокими окнами, пропускающие свет в подкупольное пространство и, тем самым, создавая ощущение пребывания Бога внутри. Свет внутри барабана освещает главное пространство собора и является «порталом» для молитв.

Ансамбль А. Воронихина, несмотря на то, что был построен не полностью, не построили южную полукруглую колоннаду, является законченным полноценным архитектурным произведением, грамотно вписавшийся в архитектуру Невского проспекта, дополнив ее Казанской площадью, став неотъемлемой частью и центром притяжения не только для проспекта, но и для города и страны в целом[5]. Символика собора очевидна и оправдывает себя, став достоянием мировой архитектуры. Образ собора имеет непосредственную связь с образом Бога, высоты, превосходящие в десятки раз высоту человека, заставляют чувствовать его покровительство, защиту и силу.

За время существования, более чем два века, собор был не только местом почитания Бога, но вскоре сразу после освящения, он стал памятником войне 1812 года. В собор приносили трофеи, в нем содержалось 107 знамен и штандартов и 97 ключей от взятых городов. В 1918 году, когда начались гонения на Церковь, произошла передача храма обновленцам, его закрытие и «переоборудование» для нужд антирелигиозной пропаганды. Крест с собора сняли, заменив его «идеологически-нейтральным» шпилем. В 1932 году в Казанском соборе разместился Музей истории религии и атеизма. Крест над собором засиял только в 1994 году. За это время собор отвечал самым разным идеям человека, он стал скорее культурным сооружением, чем православным собором России, построенным по определенным канонам.

Таким образом, проведя семиотический анализ на основе модели Казанского собора, можно прийти к выводу, что разбор по формам дает возможность разобрать любому человеку здание и понять его назначение, функцию, сущность, не всегда зная назначение здания в структуре района, города и страны в целом.

Список литературы:

1. Чинь, Франсис Д.К. Архитектура: форма, пространство, композиция: пер. с англ. Е. Нетесовой. М.: Изд-во АСТ: Астрель, 2005. 544 с.
2. Храбатина Н.В., Андреева Н.В. Роль цвета в проектировании архитектурной среды // Научно-технические технологии и инновации. В сб.: Юбилейная международная конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. С. 23-25.
3. Лотман Ю.М. Семиосфера // СПб.: Искусство - СПб, 2000. 704 С.
4. Андреева В. Энциклопедия. Символы, знаки, эмблемы М.: Изд-во Астрель, 2004. 556 с.
5. Варданын, Р. В. Мировая Художественная культура. Архитектура. М.: Изд-во Владос, 2003. 400 с.
6. Семиотика пространства: [сборник научных трудов] / Междунар. ассоц. семиотики пространства. – Екатеринбург: Изд-во Архитектон, 1999. – ил., табл.; ISBN 5-7408-0017-X.
7. Трибунцева К.М. Архитектурно-типологический анализ зданий и сооружений XIX - начала XX ВВ // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №8. С. 99-105.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ КАК ПРОЕКТ БЛАГОУСТРОЙСТВА СОВРЕМЕННОГО ГОРОДА

Немцева Я.А., ассистент,

Бережная А.К., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Данная статья посвящена актуальной проблеме благоустройства современного города. В статье предпринимается попытка выявить критерии, согласно которым определяется целесообразность реконструкции панельных зданий, характеризуются основные подходы к реновации. В качестве наиболее оптимального пути обновления градостроительного облика городов, в том числе г. Белгорода рассматривается капитальный ремонт. В статье анализируются методы обновления колористического решения фасадов, обосновывается необходимость разработки структурной модернизации.

Ключевые слова: реконструкция, реновация, реставрация, модернизация, капитальный ремонт, суперграфика.

Факт того, что на сегодняшний день более половины домов городского жилищного фонда составляют дома, относящиеся к проектируемым по типовым проектам первого, второго и третьего поколений, реализуемым в 1959—1966 гг., 1967—1970 гг. и после 1971 г. соответственно, исчерпание срока жизни первых построек [1], актуализирует проблему реконструкции жилых домов городской среды, что связано с осмыслением основных аспектов благоустройства современного города.

Обозначенная проблема представляется актуальной, поскольку в городской среде важным является, сохранение старого путем преобразования в новое, что требует восстановительных работ.

Предпринимая попытку выявить критерии, согласно которым определяется целесообразность реконструкции панельных зданий специалисты выделяют такие критерии как:

- состояние здания;
- моральное устаревание;
- необходимость изменения размеров или конфигурации;
- необходимость перепланировки или перестройки здания.

Вышеизложенные критерии обосновывают потребность в реконструкции зданий в городской среде, в т.ч. в г. Белгороде.

Так, в программу капитального ремонта на 2019-2021гг., составленную на основании критериев указанных в Жилищном кодексе РФ (к ним относится не только дата ввода дома в эксплуатацию, но и дата приватизации жилья, его состояние и другие), попали 132 многоквартирных дома в Белгороде (рис.1). На капремонт потратят 1,7 миллиарда из целевых взносов собственников. В 2019 году планируется реконструировать 43 многоэтажки, в 2020г. - 42 дома и в 2021г. - 47 [8].

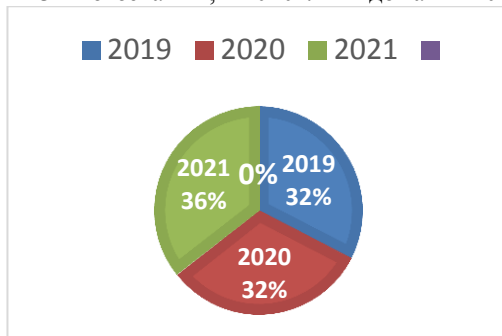


Рисунок 1 - Процентное соотношение многоквартирных домов вошедших в программу капремонта в ближайшие 3 года в белгородской области.

Среди существующих подходов к реновации, различающихся степенью кардинальности, экономической целесообразности, экономического эффекта следует выделить реконструкцию (полную или частичную), реставрацию, комплексную реновацию, редевелопмент, полный или частичный снос (таб.1).

Таблица 1 - Основные подходы к реновации.

Тип подхода	Состояние до реновации	Состояние после реновации
1.Реконструкция - комплекс мер по переустройству жилого дома в связи с физическим или моральным износом.		

<p>2.Реставрация - комплекс мероприятий, направленный на предотвращение последующих разрушений и достижение оптимальных условий продолжительного сохранения памятников материальной культуры, обеспечение возможности в дальнейшем открыть его новые, неизвестные ранее свойства .</p>		
<p>3.Комплексная реновация – процесс улучшения, реконструкция, реставрация без разрушения целостности структуры.</p>		
<p>4.Редевелопмент - один из наиболее эффективных способов перепрофилирования (переназначения) невостребованных в существующем состоянии объектов недвижимости или нерационально используемых территорий.</p>		

На наш взгляд, сложность реконструкции здания связана с тем, что по сравнению со строительством нового, сооружение уже оказывается вписанным в сложившуюся инфраструктуру, имеет связанные инженерные системы с окружающими зданиями, поэтому при выборе концепции реконструкции (дома, квартала) необходима оценка градостроительной ситуации, индивидуальный подход. [4]. Очевиден тот факт, что в условиях недостаточного государственного

финансирования осуществление масштабной реконструкции возможно при привлечении внебюджетного инвестирования, на основе окупаемости, как правило всех или значительной части затрат, что в практической реализации осложнено.

Радикальная реконструкция, несмотря на ее преимущества, проводится в небольшом количестве случаев, в частности при условии высокой цены на землю, или когда стоит задача изменить объемы застройки по градостроительными соображениям.

Распространенным методом обновления градостроительного облика городов является капитальный ремонт, который включает в себя замену инженерного оборудования, ремонт крыш, козырьков и балконов. Осуществляется ремонт поврежденных участков здания, устранение причин износа. Но, на наш взгляд, капитальный ремонт не является высокоэффективным методом решения проблемы, так как, несмотря на видимую новизну, сохраняется ряд проблем (невзрачность устаревшего фасада, изношенность фундамента, морально устаревшее планировочное решение и т. д.), что отодвигает решение проблемы на более поздние сроки (10-15 лет) [2].

В настоящее время проблема модернизации панельных зданий ищет свое разрешение как в России, так и в европейских странах, где строительство крупнопанельных зданий практически уже не используется из-за недостаточного качества и комфорта. В середине 90-х гг. в большинстве Европейских стран в целом был завершен процесс реабилитации крупнопанельных жилых зданий средней этажности [3].

Интерес представляет метод обновления колористического решения фасадов. Можно выделить следующие подходы реализации данного метода: полихромия; наложение фасада на основной фасад здания; «растворение» фасадов объекта в природной среде с помощью суперграфики; решения, основанные на цветовых нюансах или контрастах с использованием существующего конструктива [9].

За счет полихромии достигается динамичность объектов фасада, создается новая форма, новая ритмическая композиция. Придавая зданию новые цветовые акценты, полихромия способна корректировать отдельные части фасада, изменять масштаб членений, создавать новую визуальную трактовку фасада (суперграфика) (рис. 2).



Рисунок 2 – Суперграфика



Рисунок 3 – Контраст и нюанс фасада

Используемое наложение фасада (или фасадов) на основной фасад здания дает возможность зрительно создать плановость фасада и вписывать этот фасад в стиль близлежащей застройки.

Несомненно, весомым потенциалом обладает такой метод как «растворение» фасадов объекта в природной среде с помощью суперграфики, когда объект гармонизирует с колористическим контекстом, при учете таких аспектов как исторический фактор, функциональные особенности участка, застройки.

Также важным методом видится привнесение цветовых нюансов или применение контрастов с использованием существующего конструктива (рис. 3).

В ряде стран мира ремонт фасадов выполняется в качестве локального варианта. Примером служит опыт Бразилии: в частности, фавелы.

На сегодняшний день - капитальный ремонт фасадов, несмотря на недостатки, представляется единственно возможным путем ликвидации деградации пятиэтажных жилых массивов.

В 2014 году начала действовать федеральная программа капитального ремонта жилых домов [5]. Для ее реализации предусмотрены меры, способствующие решению ряда проблем, в том числе, направленные на улучшение условий проживания на длительный срок и повышения рыночной стоимости жилья. В рамках программы важное место занимает разработка нового колористического решения фасадов.

Так, в 2015 году, в рамках реализации адресной программы капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов в Белгородской области было отремонтировано 202 дома, в частности, в городе Белгороде 44 дома [6]. Капремонт фасадов осуществлялся в

соответствии с разработкой дизайн-кодов улиц, представленной управлением архитектуры и градостроительства г.Белгорода. Были учтены пожелания жильцов, существующий городской контекст и перспективное развитие территории. Осуществлялась работа между исполнительными органами администрации г. Белгорода и подрядно-строительными организациями (рис. 4).

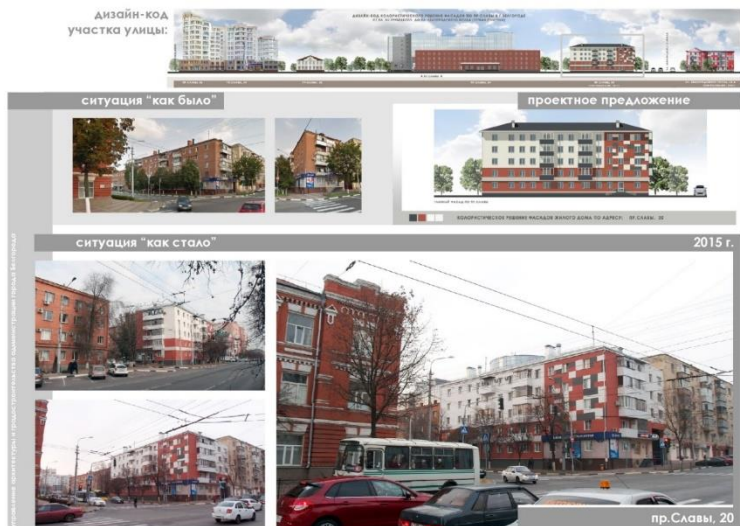


Рисунок 4 - Разработка управления архитектуры и градостроительства г. Белгорода.

Таким образом, вышесказанное позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, ремонт фасадов панельных домов является оправданным в плане доступности, широко применяемым в г. Белгороде для регенерации деградирующей среды. Во-вторых, актуальна разработка комплексного подхода к реновации. Важным ресурсом, в этой связи видится решение проблемы благоустройства прилегающей территории и дворовых пространств, организация парковочных зон, зон отдыха [7].

Говоря о проблеме реконструкции панельных зданий как проекте благоустройства современного города, следует подчеркнуть, что, исходным в решении данной проблемы является адаптация к современным потребностям жильцов, улучшение качества жизни населения. Изменение облика среды, ее модернизация должна способствовать устойчивому развитию территории города. Поэтому,

наряду с новыми колористическими решениями следует разрабатывать структурную модернизацию, уходить от плоскостного подхода, в частности, оборачивание фасадов перфорированными или ажурными металлическими плоскостями, использование архитектурных профилей и деталей, применение декоративных элементов структуры (например, солнцезащитные жалюзи, применение наружных навесных решеток для кондиционеров).

Список литературы:

1. О реконструкции застройки с преобладанием 5-этажных домов первого периода индустриального домостроения в Москве [Электронный ресурс]: URL:<http://www.stroymusey.ru/journal/reconstruction-1.php> (дата обращения: 20.02.2019)
2. Серии домов индустриального строительства [Электронный ресурс]: URL:http://www.russianrealty.ru/useful/serii_domov/(дата обращения: 16.03.2019).
3. Международный опыт реабилитации депрессивных жилых территорий в интересах устойчивого развития [Электронный ресурс]: URL:http://archvuz.ru/2015_1/4 (дата обращения: 16.03.2019).
4. Большаков А.Г. Социальная эффективность градостроительства. Жилищное строительство. 2016. №1-2. С.51-59.
5. Housing & slum upgrading [Электронный ресурс]: URL: <http://unhabitat.org/urban-themes/housing-slum-upgrading/>(дата обращения: 16.03.2019).
6. Сайт органов местного самоуправления города Белгорода [Электронный ресурс]: URL:<http://www.beladm.ru/>(дата обращения: 19.03.2019).
7. Киселев С.Н., Перцев В.В., Перькова М.В. Особенности формирования комплексной инфраструктуры как фактор повышения качества жизни населения на территории Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2015. №1. С.11-15.
8. Мэрия Белгорода обнародовала список домов, которые капитально отремонтируют в 2019-2021 годах [Электронный ресурс]. URL:<https://fonar.tv/news/2018/07/30/meriya-belgoroda-obnarodovala-sписок-домов-которые-капитално-отремонтiruyut-v-2019-2021-godah>. (Дата обращения: 26.03.2019).
9. Родяшина К.Е. Архитектурно-художественные аспекты капитального ремонта жилых домов массовых серий//Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. № 10. 2016. С. 89-94.

ВЛИЯНИЕ КОЛОРИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ФАСАДОВ ЗДАНИЙ НА ПСИХИКУ ЧЕЛОВЕКА В Г. БЕЛГОРОДЕ

Пусный Л.А., ст. преподаватель,

Котлярова Е.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация: В данной статье рассматривается роль цвета в жизни человека. Как цвет может влиять на психику людей в положительном или в отрицательном плане. Так же предоставляется информация о лечении и стимуляции организма цветом. Наглядный пример рассматривается на архитектурных сооружениях нескольких стилях.

Ключевые слова: Колористика, колористические решения фасадов, цветотерапия, стили зданий, влияние цвета.

Введение. По Ожегову цвет - это один из видов красочного радужного свечения - от красного до фиолетового, а также их сочетаний или оттенков. Впервые наиболее близко к этому объяснению подошел великий русский учёный М.В. Ломоносов (1711 – 1765) в своем сочинении «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющую» (1765 г.). Так же и Ньютон сформулировал понятие о цвете на поверхности предмета. По его мнению, разные тела отражают разные сорта лучей, что приводит к разной цветопередачи. Например, цвет свинцового сурика отражает наиболее обильно, наименее преломляемые лучи, создающие красный цвет, и поэтому цвет передается тоже красный [1].

Таким образом, мы можем сформулировать причину появления спектра - различная преломляемость лучей света.

Но цвет — это все-таки субъективная характеристика электромагнитного излучения оптического диапазона, которую мы определяем путем физиологического зрительного ощущения, зависящего от ряда физиологических, физических и психологических факторов. Поэтому наше психологическое здоровье зависит и от окружающих нас цветов. Каждый день мы проходим здания различных стилей, форм и самое главное - оттенков. С развитием новых технологий у нас появилась возможность применять различные композитные материалы в отделке домов. Это должен быть тщательный выбор сочетания цветовой гаммы, т.к. это может стимулировать

определенные реакции, которые могут сказаться на принятии решений [4].

Основная часть. С древних времен каждый цвет имел свой символический образ. Так в Китае синий и зеленый ассоциировался с деревом и весной. Красный - огонь, лето. Черный - зима, север. Белый - металл, осень. Желтый - земля, конец лета. На сегодняшний день есть немало практик, которые используют цвет, как альтернативный способ лечения – цветотерапия [8].

Белый цвет - это цвет без насыщенности на крайнем конце монохромной шкалы, напротив черного. Лечение белым цветом осуществляется только в совокупности с другими цветами - зависимости от недуга. Белый цвет осветляет, обновляет все цвета в организме, помогает убрать скованность.

Чёрный цвет - имеет недостаточно насыщенности и яркости; он поглощает свет без отражения лучей. Не несет давление на психику.

Красный цвет - относится к тёплой палитре, а значит, обладает явным стимулирующим действием. Используется для лечения ветряной оспы, кори и некоторых заболеваний. На короткое время увеличивает мускульное напряжение, повышает кровяное давление, ускоряет ритм дыхания.

Зелёный цвет - Самый привычный для органа зрения. Уменьшает кровяное давление и расширяет капилляры. Успокаивает и уменьшает мигрени. На продолжительное время повышает двигательную-мускульную работу способность. Помогает при шоке и обладает снотворным действием.

Жёлтый цвет - идеалистический цвет солнца. Желтый увеличивает концентрацию и скорость метаболизма, способствует концентрации внимания

Оранжевый цвет - регулирует обменные процессы, лечит мочеполовую систему, улучшает кровообращение и цвет кожи, благотворно действует на пищеварение, обостряет аппетит и вызывает чувство эйфории.

Голубой цвет - успокаивающий, снижает мускульное напряжение и кровяное давление, успокаивает пульс и замедляет ритм дыхания.

Синий цвет - Символизирует мир, глубину, видение, знание, спокойствие. Телесно воздействует на органы слуха и зрения, активизирует работу гипофиза. Лечение – способствует восстановлению нервной системы; помогает при рассеянности, при усиленном сердцебиении, при расстройстве кишечника, нервном перенапряжении.

Люди, испытывающие длительный стресс, напряжение, отвергают синий цвет.

Фиолетовый цвет - соединяет эффект красного и синего. Производит угнетающее действие на нервную систему [2].

Однако не маловажную функцию играет и визуальный объем, передаваемый через тона для сведений об объекте.

Например, переднюю часть здания будут делать контрастнее, чтобы визуально вывести ее на первый план. Определенный контраст отдельных частей здания так же будут передавать человеку конкретную информацию [5].

Каждой эпохе принадлежат свои приемы сооружения, наиболее характеризующий период жизни этого времени. Ярко выраженные отличия выявляются между романтическим, готическим, классическим и стилем модернизма.

Суть стиля романтизма заключается в крепостной архитектуре - замках и монастырских комплексах. Цвет камня передавал мощь и защиту строений. Темная крыша создает роль дополнительной силы. А добавление ярких красок в фасад делают крепость визуально уязвимой.

Готика отличается своей утонченностью и загадочностью. *В этом стиле впервые в больших количествах начинается использоваться черный цвет, делая сооружения более таинственными.* Готика в архитектуре - это соборы, поэтому колористика подобных типов зданий обуславливается, словно границей между жизнью и смертью [7].

В классицизме заложена тема вечности и неизменности. В его основе лежат идея античности, как к эталону гармонии, строгости, простоты, логической ясности и монументальности. Светлые тона передают тот самый символ чистоты и невинности.

Архитектуре классицизма, в целом, присуща регулярность планировки и четкость объемной формы. Основой архитектурного языка классицизма стал ордер, в пропорциях и формах близкий к античности. Для классицизма свойственны симметрично-осевые композиции, сдержанность декоративного убранства, регулярная система планировки городов.

Модернизм - синоним для понятия «современная архитектура». Главными чертами является использование новейших конструкций и строительных материалов, отход от тенденций украшения. Чаще всего используются пастельные тона для подчеркивания формы [6].

Но с расширением возможностей, границы норм и ГОСТов начинают стираться. Именно в эти периоды порой появляются здания с отрицательным влиянием на человека. Одним из таких зданий является

«MiradorBuilding» (переводится, как смотровое здание) в Мадриде. Сочетания серых, черных и красных оттенков может угнетающее воздействовать на человека, побуждая его к негативным деяниям [3].

Вывод. Наше восприятие цвета не только обусловлено биологией. Мы также подвержены влиянию цветовых ассоциаций из нашей культуры. Цветовое окружение непосредственно влияет на наше эмоциональное и психофизическое состояние. Один и тот же цвет, в зависимости от интенсивности и продолжительности воздействия, вызывает у нас положительные или отрицательные эмоции. А наш глаз способен различать 1,5 млн. цветов и оттенков. Поэтому так важны профессии, которые помогают квалифицированно составить цветовую гамму, в частности и архитекторы. Мы проходим здания каждый день, поэтому очень важно, чтобы идя на работу, учебу или даже в детский сад, цвет стимулировал нас делать этот мир лучше!

Список литературы:

1. Н.В Храбатина, дон. Ю. М. Калинин, А. А. Шишков. Архитектурная колористика: методические указания к выполнению практических заданий по дисциплине «Живопись и архитектурная колористика» для студентов 2-го курса направления бакалавриата 07.03.01 - Архитектура и по дисциплине «Проектирование» для студентов 2-го курса направления бакалавриата 54.03.02 - Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 14
2. Ярмош Т.С. Храбатина Н.В. Колористика в формировании архитектурной среды. В сборнике: Научные технологии и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 280-284.
3. Ефимов А. Колористика города, М.: Стройиздат, 1990. С.138
4. Ярмош Т.С. Иванова С.И. Влияние архитектурной среды на человека. В сборнике: Научные технологии и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. 2016. С. 261-266.
5. Михайлов С., Кулеева Л. Основы дизайна: учебник для специальностей «Дизайн архитектурной среды» Казань: Новое знание, 1999. С. 205-206
6. Ильина О.В., Бондарева К.Ю. Цветоведение и колористика: учебное пособие / ГОУ ВПО СПбГТУРП. СПб., 2008. – 120с.
7. Лютов В.П. Цветоведение и основы колориметрии: учебник и практикум для академического бакалавриата / В.П. Лютов, П.А. Четверкин, Г.Ю. Головастиков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2018.- 222 с.: [2] с. цв. вкл. - (Серия: Бакалавр Академический курс).
8. Сидорук Наталья Евгеньевна Педагог-психолог Влияние цвета на психоэмоциональное состояние человека инфоурок

ГЕОМЕТРИЯ МИРА. ФРАКТАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Соболь Т.Г., ст. преподаватель,

Акупиян А.М., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. Данная статья посвящена геометрическим фигурам – фракталам и тому, где мы можем встретить их в природе, и о сферах их применения нашей жизни. Они были открыты достаточно давно, но научное толкование им дали совсем недавно. В природе фракталы окружают нас практически везде, и те обыденные объекты, которые мы видим могут оказаться ими. Человек также их применяет в своей деятельности начиная от расчетов объёмов или площадей, заканчивая произведениями искусства. А больше интересного вы узнаете на страницах статьи. Приятного чтения!

Ключевые слова: фрактал, бесконечность, природные объекты, фрактальная геометрия.

На протяжении достаточно большого промежутка времени математики для описания природных объектов выбирали классические фигуры геометрии, такие как окружность, треугольник, прямоугольник и т.д. Это не подвергалось сомнению, пока на сцену мировой науки не вышел польский математик Бенуа Мандельброт где-то в 70-х годах прошлого века. Он засомневался в правильности этого выбора и написал: «Облака – не сферы, горы – не конусы, береговые линии – не окружности, древесная кора – не гладкая, молния распространяется не по прямой»¹, считая, что природу нужно описывать с помощью «новой» геометрии для улучшения точности и быстроты расчетов.

Главными героями «новой» геометрии стали – фракталы. Но эти фигуры были известны науке еще с конца 19 века, их считали своеобразными аномалиями с парадоксальными свойствами, пока на них не обратил внимание Мандельброт.

Так что же такое «фрактал»? Фрактал – это множество фигур, обладающих свойствами самоподобия. А «новая» геометрия начала называться фрактальной геометрией.

Посмотрите на рис.1, на нем представлена кривая Гильберта. Эта кривая получена в результате деления квадрата на 4^n квадратов и проведение ломанной через их центры, где n – номер этапа. Данная операция проводится бесконечное количество раз. На рис.1 представлены только три этапа, а если продолжать, то в конечном итоге

мы получим кривую с площадью равной площади квадрата который делили.

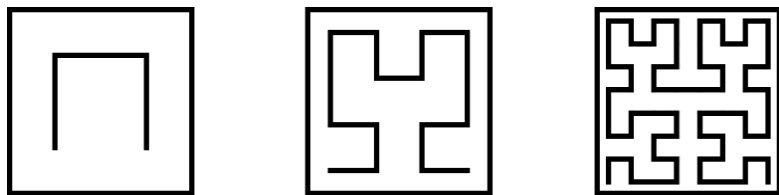


Рисунок 1 - Кривая Гилберта

Это все на бумаге, в теории, но как же в реальности, в природе?

Природа ни так точна как абстрактная наука, потому что на природные объекты влияет множество факторов, да и размер клетки имеет ограничение... Поэтому формы у природных фракталов не идентичны, но очень похожи. Чтобы в этом убедиться не надо куда-то ехать, достаточно просто взглянуть в окно и увидеть дерево. Это и есть природный фрактал, но вы можете возразить и, для подтверждения написанного, я ниже приведу рисунок-схему (рис.2) для более наглядного представления. Посмотрите на ствол и ветви. Они подобны и, опираясь на выше написанное определение, я могу утверждать, что дерево – это фрактал. У настоящего дерева форма ствола и веток различается гораздо больше, но как было написано выше, это все природные факторы повлияли на форму растения.

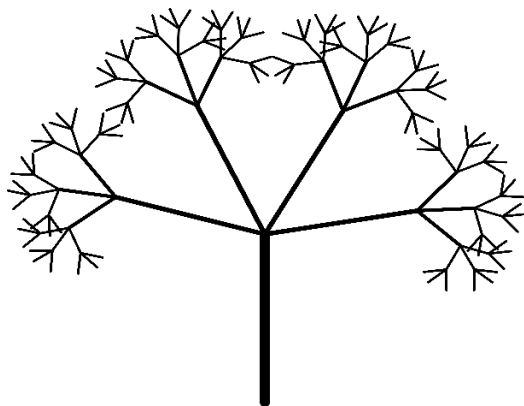


Рисунок 2 - Фрактальное дерево

В природе фрактал – не только дерево, это и папоротники, и кораллы, и раковины, и даже горные массивы. Я могу утверждать, что фракталы окружают нас где бы мы не находились!

Но давайте перенесемся в другой мир, мир нулей и единиц, сложных логических и математических функций... Как вы догадались это мир компьютерной графики.

На сегодняшний день фракталы являются одной из самых перспективных и быстро развивающихся видов компьютерной графики. Это слияние математики и искусства. Например, для того чтобы создать обычное изображение в графическом редакторе, художнику нужно создать контур, который делается относительно долго. В то же время для создания того же изображения, но с помощью фракталов понадобится только написать функцию и компьютер сам создаст контур. В результате получается очень красивое изображение (рис.3).



Рисунок 3 - Изображение, выполненное с помощью фракталов

Не только у художников факториалы пользуются популярностью, но и у аниматоров. Предположим аниматору нужно сделать фон, на котором изображен сказочный город. С начала берутся простые формы, затем добавляются уменьшенные копии их. Постепенно, шаг за шагом получается нужное нам изображение(рис.4). Данная процедура применима и для изображения различных природных объектов: волн, гор, леса и другие.

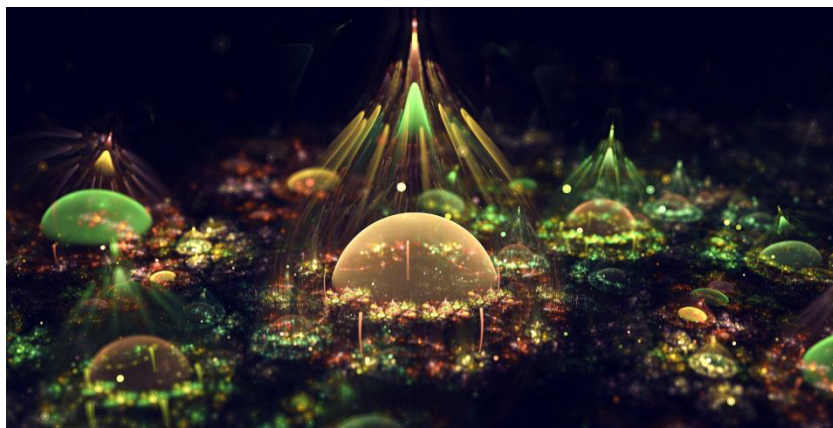


Рисунок 4 - Пример изображения фона

В заключение, хотелось бы написать, что фракталы – очень интересные фигуры, и применяются они в гораздо больших местах, как в техногенных, так и в природных. Поэтому данный раздел геометрии будет развиваться и в будущем.

Список литературы:

1. Мир математики: в 45 т. Т. 41: Густаво Пиньейро. Шар бесконечного объема. Парадоксы измерения. / Пер. с исп. — М.: Де Агостини, 2014. — 144 с.
2. Фрактальная графика – электрон. текст. дан. – Режим доступа: <http://esate.ru> (Дата обращения: 09.02.2019).
3. Удивительная фрактальная графика с сайта Devian Art – электрон. текст. дан. – Режим доступа: <https://pikabu.ru> (Дата обращения: 09.02.2019).

УТОПИИ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

**Токарева Т.В., ст. преподаватель,
Кармазенюк В.В., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние утопий на формирование идеальной для жизни городской среды.

Ключевые слова: утопии, утопические идеи, городская среда, градостроительство, проекты Николая Леду, Владимира Татлина, Нормана Фостера, экологические города.

Многие архитекторы мечтают построить свой город. Во все времена человек пытался создать модель идеального будущего, в котором бы не было несправедливости, тяжелых условий жизни, болезней и даже смерти.

Николай Бердяев сформулировал в конечном итоге две основные модели утопического мышления: представление человека об абсолютно идеальном, гармоничном мире внутри природы в идее концепции рая или же мессианская утопия прекрасного, идеально спланированного, в котором люди обретали бы счастье благодаря устройству такому же идеальному, как и сама форма города.

Утопии в разное время создавали Платон, Томас Мор, Таммазо Кампанелла, представляя свои миры, как нечто далекое и недостижимое, как место, которое рисуется в воображении. Но великий фантаст конца XIX - начала XX века Герберт Уэлс, подчеркивал, что ради этих мечтаний, в конечном итоге, «человек борется и живет».

Одна из первых зафиксированных утопий – Атлантида древнегреческого философа Платона, идеальное государство философов, воинов и творцов-демиургов. Платон представлял Атлантиду городом, построенном на острове, в котором было предусмотрено абсолютно все. В центре города находился акрополь с дворцами и храмами, вокруг 12 городских районов с равными наделами, за городской чертой располагались 12 поселков. Размеры улиц и домов, ландшафт, правильная городская планировка – все было подчинено стремлению рационально регламентировать жизнь нового города и трудовую деятельность его обитателей. В основе генерального плана Платон предлагал придерживаться простых геометрических форм,

таких как круг, квадрат, многоугольник. Развитие города ограничивалось, приток населения был приостановлен.

Эту же идею в эпоху Возрождения развивал англичанин Томас Мор. Он описал города, находящиеся где-то за морем или океаном. Они также представляли собой сеть островов, на которых не было насилия, голода и лишений. Для жителей предлагалась такая организация жизни, которая предусматривала обеспечение порядка в человеческих взаимоотношениях, труде, комфорта в быту.

Во времена великой французской революции утопии привлекли таких великолепных архитекторов той эпохи, как Жан Франсуа Блондель и Клод Николя Леду. Это была эпоха просвещения, эпоха великих открытий. В проекте Клода Николя Леду идеальный город Шо объединял различные социальные слои. Он представлял собой шестнадцать улиц, сведенных к общему центру – огромной площади круглой формы, от которой лучами расходились зеленые парки. Свобода фасадов жилых домов, большие пространства для прогулок, все в идеальном городе дышало свободой.

Своеобразным воплощением утопических идей стал Хрустальный дворец, который был построен в 1851 году в Лондоне для Всемирной торгово-промышленной выставки. Инициатором этого чуда архитектуры была британская королевская семья, а создателем - инженер, главный строитель оранжерей того времени Джозеф Пэкстон. Революционное решение павильона можно считать первой реализованной утопией. Имея размеры: 560 метров в длину и 30 метров в высоту, дворец вмещал в себя 14 тысяч посетителей одновременно. Так как он полностью состоял из металлических опор и стекла, его внутреннее пространство поражало размахом и обилием света. Для современников павильон стал воплощением счастливой, гармоничной жизни в будущем, новых комфортных условий труда.

Еще одним архитектурным чудом могла бы стать Башня Третьего Интернационала Владимира Татлина. Мечтая о будущем едином обществе, он разработал чрезвычайно смелый проект четырехсотметровой башни, в которой могли бы работать советы высших органов всемирной рабоче-крестьянской власти.

Ломая все прежние стереотипы, вместо традиционного стационарного фасада архитектор предложил мобильную композицию: внутри каркаса, наклоненного в соответствие с наклоном оси земного шара, он разместил четыре объема, вращающиеся с разной скоростью: нижний со скоростью годового оборота, последующий со

скоростью месяца и далее со скоростью суток. Проект Татлина был смело обращен в фантастическое будущее, время высоких технологий.

Грандиозной социальной утопией оказалось и само государство советов – Советский Союз. Николай Бердяев говорил, что XX век, это век, в котором может быть реализована любая утопия. Вдохновляясь новыми возможностями строители нового государства стремились изменить общество и, как правило, человека. Эксперименты охватили все сферы жизни – быт, досуг, образование. Перед архитекторами и градостроителями открылось широкое поле деятельности. Русские авангардисты начала XX века разработали новые типы архитектуры: дома-коммуны, рабочие клубы, фабрики-кухни, начали проектировать новые города: промышленные гиганты и города-сады. Студент ВХУТЕМАСа Георгий Крутиков в качестве дипломного проекта даже предложил летающий город, уходящий в стратосферу.

Одному из блестящих фантастов архитектуры двадцатых годов Якову Черникову принадлежит замечательная мысль о том, что задача архитектурных фантазий – как можно дальше и глубже заглянуть в пространство времени. Отношение ко времени сопровождает всю историю утопического мышления и утопического проектирования. Советский Союз строился как реализуемая утопия во времени, которая выдвигала все время новые и новые проекты. Эпоха великих социальных преобразований была колоссальным стимулом для архитекторов и градостроителей.

Архитектор Николай Милютин предложил проект «Соцгород». Это имело потрясающее продолжение, потому что именно тридцатые и последующие советские шестидесятые сформировали те города, в которых мы сегодня живем. Главное в устройстве этого города воплощение вековой мечты человека о достижении всех социальных благ в районе пешеходной доступности. Концепция градостроительства Милютина позволяла обеспечить фактически неограниченный линейный рост. Милютин, как экономист, осознающий стоимость строительства, тщательно взвешивал затраты и преимущества доступных сценариев роста.

Его концепция была основана на децентрализации промышленности, которая должна была распространяться в виде тонкой линии вдоль маршрута железнодорожной магистрали, в идеале — согласно естественному потоку производства от сырьевых поставок до готовых изделий (Милютин ориентировался на гигантские заводы с поточным производством, такие как ГАЗ или СТЗ) (рис 1). Жилая зона, отделенная от промышленной зоны полосой парка, развивалась бы

одновременно, и в идеале жители могли бы селиться непосредственно напротив своего места работы, избавляясь от необходимости использования личного или общественного транспорта. Другим отличием от идеи линейного города было отсутствие требования строить жилье непрерывной полосой. Напротив, Милютин предложил менее дорогую модель первоначально изолированного распространения центров жилья вдоль главной линии, которые могли бы, в конечном счёте, слиться в непрерывный пояс жилья. Воплощением мечты Милютина стал Шестой поселок на территории современного Запорожья, считавшийся эталоном градостроительства того времени (рис. 2). Запорожская АЭС расположенная недалеко от поселка, зеленая зона, отделяющая жилую зону от производственной, линейное планирование – все это идеальный соцгород Милютина.



Рисунок 4 - Схема города по Н. Милютину



Рисунок 5 - Фрагмент плана города Запорожье

Следующим шагом в развитии утопии стал план Лондонского графства Патрика Аберкромби. Чтобы разгрузить город архитектор предложил вывезти все промышленные предприятия за городскую черту. Сам город ограничить зеленым поясом, а для гуманизации городского пространства распределить городскую территорию соответственно на округа, районы и микрорайоны. Столица была окружена городами-сателлитами, расположенными на определенном расстоянии друг от друга. Благодаря концепции Аберкромби Лондон оказался разгружен более чем на миллион жителей, необходимые общественные культурно-образовательные центры оказались в шаговой доступности в каждом микрорайоне, а форма градации города стала хрестоматийной в градостроительстве.

Сейчас в современных утопиях появился экологический фактор. Самые удачные воплощения: Голландские Пolderы, такие как Альмери и эко-город в Абу-Даби – Масдар, созданный британской компанией «Фостер и партнёры». Здесь уже предусмотрено обеспечение солнечной энергией, создана устойчивая экологическая среда с минимальными выбросами углекислого газа в атмосферу, а также системой полной переработки отходов городской деятельности.

Русские градостроители несмотря на сложность современной градостроительной ситуации также обращаются к утопиям как к форме прогнозирования нашего будущего. В этом отношении любопытен пример творчества Юрия Аввакумова. Принимая во внимание гигантские размеры

нашей территории, он предложил новую форму развития городов в России. Природные формы, многоуровневая структура, в которой транспорт отводится на нижние рубежи, а общественные зоны превращаются в уютные парки и скверы, устремляющиеся к самому небу, этот градостроитель, кажется снова возвращает нас к утопическому образу рая.

Вывод. Тема утопии иногда воспринимается как некое отвлеченное от жизни творчество, но рассматривая с высоты прожитого историю развития современных городов, мы видим насколько ценным оказывается этот опыт фантазирования. Мечты действительно превращаются в реальность. Мы стали обладателями мощнейших технологий, мы подходим к рубежу создания искусственного интеллекта, мы обладаем практически всеми моделями, которые были выработаны в тяжелейшей борьбе людьми за свое светлое будущее – и все это благодаря тому, что люди допускали мысль об утопии.

Список литературы:

1. Бочаров Ю. П., Хан-Магомедов С. О. Николай Милютин. -М.: Архитектура-С, 2007. С 79.
2. Вуек Я.В. Мифы и утопии архитектуры XX века.-М.:Стройиздат, 1990. С.288.
3. Егоров Б. Ф. Российские утопии: Исторический путеводитель. — СПб.: Искусство-СПБ, 2007. С 416.
4. Методические рекомендации по исследованию историко-архитектурного наследия в городах Украинской ССР, 1982.С 96.
5. Овсянникова Е. Б. Милютин Николай Александрович // Энциклопедия русского авангарда: Изобразительное искусство. Архитектура / Авторы-составители В. И. Ракитин, А. Д. Сарабьянов; Научный редактор А. Д. Сарабьянов. — М.: RA, Global Expert & Service Team, 2013. —Т. II: Биографии. Л.Я. С. 134—135.
6. Платон. Тимей // Платон. Собрание сочинений. В 4-х тт., Т. 3. С. 426—427, 429—430.
7. Фрейденберг О. М. Утопия // Вопросы философии, 1990, № 5, с. 141—167.
8. Хмельницкий Д. С. «Соцгород» Николая Милютина в контексте советской истории // Милютин Н. А. Соцгород. Берлин: DOM Publishers, 2008. С 504.
9. Перькова М.В. Формирование линейно-узловой структуры расселения./Вестник Белгородского государственного технологического университета. 2017. №2.С.120-125.
10. Горюжанкин В.К., Дубенская Е.Л. Интерактивная трансформация архитектурной формы/ Влияние науки на инновационное развитие. Сборник статей международной научно-практической конференции. 2017.С.257-260.

ТИПОЛОГИЯ РАЗРУШЕНИЙ НА ОБЪЕКТАХ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ – ДЕРЕВЯННЫХ ЖИЛЫХ ДОМАХ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА

Фролова М.А., канд. хим. наук, доцент,

Гонтарь Е.В., аспирант,

Соколова Ю.В., ассистент

*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*

Аннотация. Объекты культурного наследия представляют особую историко-культурную ценность для населения. Исторически сложилось, что на Севере сосредоточено большое количество памятников деревянного зодчества, а сохранение их физической составляющей является необходимым условием для возможности восприятия этой ценности. Природно-климатические особенности северных регионов оказывают негативное воздействие на сохранность деревянных зданий. В настоящей статье на примере нескольких деревянных жилых домов города Архангельска проанализированы основные виды разрушений и их причины. Проведенный анализ позволяет определить первоочередные процедуры при реализации полномочий по сохранению памятников в условиях севера.

Ключевые слова: объекты культурного наследия, разрушение, Русский Север, Архангельск

Русский Север — это территория, имеющая тысячелетнюю историю освоения и обладающая богатым культурным наследием. Поэтому памятники на данной территории необходимо рассматривать не только как материальные объекты, но и как объекты, имеющие определенную духовную оболочку. Объекты культурного наследия имеют множество смыслов потому, что создавались как эстетические сообщения, обладающие информативностью, что дает больше возможностей для их интерпретации и толкования, позволяет лучше понять настоящее и прогнозировать будущее [1]. Уничтожая памятники, мы лишаем себя социально-ценностной информации.

В настоящее время, риски утраты объектов культурного и природного наследия постоянно растут, ввиду отсутствия действенной системы сохранения, а также вследствие глобальных природно-климатических процессов, которые усиливают негативное воздействие антропогенных факторов на объекты культурного наследия и создают предпосылки к их быстрой деградации и потере.

Кроме того, многие исторические объекты приходят в негодность в процессе эксплуатации из-за процессов коррозии строительных конструкций и материалов. Так, например, памятники, расположенные на территории города Архангельска, либо являются деревянными, либо содержат в своем составе большой объем деревянных элементов [2]. Одной из основных проблем при длительной эксплуатации таких конструкций является их деградация, происходящая в основном из-за грибкового поражения древесины. Ситуация с каменными зданиями также осложняется процессами, связанными с гниением деревянных свай, лежней, балок перекрытий и конструкций крыш. К сожалению, разрушение – это естественный процесс, являющийся фундаментальным условием существования природы [3]. По данным Всероссийского общества охраны памятников культуры состояние объектов культурного наследия в настоящее время необходимо рассматривать как критическое [3]. По данным Министерства культуры РФ – в Северо-западном федеральном округе стоит на охране 3120 памятников деревянного зодчества, из них 525 – утрачены в период с 1960 по 2016 гг. В связи с этим, вопросы обеспечения длительной защиты, реставрации и сохранения объектов для будущих поколений являются несомненно актуальными.

Таким образом, целью настоящей статьи являлось изучение наиболее распространенных типов разрушения зданий и причин их появления в природно-климатических условиях Севера на примере объектов культурного наследия - жилых деревянных домов г. Архангельска.

Для достижения поставленной цели и фиксации разрушений на деревянных памятниках проанализирован ряд объектов культурного наследия, расположенных в центральной части города Архангельска [4], (представлены в Таблице 1). Указанные объекты - деревянные двухэтажные дома, построенные в начале XX века.

Таблица 1 – Информация об исследуемых объектах

№ п.п.	Наименование, местоположение	Краткая информация о здании, год постройки
1	«Дом Н.А. Толстиковой», пр. Сов. Космонавтов, д.84	1912 год. Дом в классическом стиле. Крыша здания - сложной формы, оборудована двумя слуховыми окнами, выходящими на главный и боковые фасады.

Продолжение табл. 1

2	«Усадьба Ишмятова: Флигель», ул. Свободы, корп. 1 М.З. д.55,	1913 год. Дом, прямоугольный в плане, перекрыт четырехскатной крышей с вальмой и слуховым окном.
3	«Дом Гринфельда», пр. Сов. Космонавтов, д.64 П.Н.	1913 год. Двухэтажное деревянное здание, покрыто двускатной кровлей с вальмой
4	«Дом Е.Ф.Вальневой», ул.Серафимовича, д.35	1912 год. Свайный фундамент памятника выполнен из бревен. Конструктивная схема здания - смешанная с поперечными и продольными несущими стенами. Крыша памятника – четырехскатная, с фронтоном на главном фасаде.
5	«Дом Овчинникова», ул. Воскресенская, д. 37	1912 год. Бревенчатый дом с мезонином и парадным крыльцом; построен из деревянных бревен; фундамент – сваи; крыша – железная; междуэтажные перекрытия – деревянные балки; облицовка – не обшит.

Проведено визуальное обследование объектов с фиксацией текущего технического состояния их конструктивных элементов согласно.

Таблица 2 - Ориентировочные величины физического износа памятника, %

Объект	Фундаменты	Стены и перегородки	Перекрытие	Крыша	Кровля	Лестницы	Крыльца	Печи	Наружные дверные и оконные
1	70	50	до 70	50	70	45	70	60	50
2	75	85	до 80	частично или полностью утрачены					
3	80	30	до 80	40	50	55	-	80	до 50
4	80	60	до 60	50	80	45	70	60	70
5	70	40	до 70	50	75	35	80	50	60

По объекту «Дом Овчинникова», ул. Воскресенская, д. 37 имеется информация о развитии физического износа в период его эксплуатации: 1940 год – 16%, 1964 год – 45%, 1998 год – 67%.

Также известно, что капитальный ремонт по «Дому Овчинникова» проводился в 1965 году, «Дому Е.Ф.Вальневой» в 1950 году, по «Усадьбе М.З. Ишмемятова: Флигель» в период с 1951 по 1988. В процессе эксплуатации всех объектов неоднократно проводилась внутренняя перепланировка домов, а объект «Усадьба М.З. Ишмемятова: Флигель», ул. Свободы, д.55, корп.1 трижды подвергался пожарам, в связи с чем практически уничтожены кровля, крыша, часть стен, часть элементов отделки, перекрытий и т.д.



Рисунок 1 – Текущее состояние объекта «Усадьба М.З. Ишмемятова: Флигель»

Представленные в таблице 2 данные по износу показывают, что все элементы здания имеют высокую степень деформации. На основании анализа выбранных объектов культурного наследия можно выделить следующие типичные для памятников севера изменения и разрушения:

1. Значительное искажение экстерьеров памятников, связанное с утратой исторических крылец, кровель и других элементов, проведением работ по смене обшивки, а также гниением и разрушением исторической обшивки.

2. Многочисленные дефекты и повреждения несущих капитальных стен здания, кровли, значительное увлажнение элементов стропильной системы (из-за протечек) и цокольных частей здания (отсутствия достаточного проветривания, отсутствия водостоков, гидроизоляции и защиты элементов), что приводит к проявлению грибкового поражения деревянных конструкций.

3. Сильная изношенность окрасочного слоя во внутренних помещениях, в том числе на лестницах, что приводит к значительному их износу, существенные отслоения внутренней штукатурной отделки.

Указанные разрушения связаны с отсутствием должного обслуживания, проведения текущего и капитального ремонтов в положенные сроки. В случае отсутствия своевременного вмешательства в процесс разрушения происходит постепенное накопление мелких повреждений, что приводит к возникновению очагов разрушения.

Необходимо отметить, что некоторые памятники в городе располагаются на красных линиях, при этом происходит активная уплотнительная застройка центральной части города, что негативно сказывается на состоянии зданий - для большей части деревянных памятников необходимы безотлагательные меры по защите от разрушения и повреждения.

Таким образом, одной из главных причин ухудшения технического состояния памятников – отсутствие должного обслуживания объектов в период их эксплуатации, а биопоражения - приоритетный фактор экологического риска для памятников деревянного зодчества Архангельской области.

Список литературы:

1. Филимонова, Г.В. Осмысление роли памятника культуры в жизни общества в контексте проектов Нижегородского регионального общественного фонда деятелей культуры «Дать Понять» Режим доступа: http://www.gntp.ru/PC/pc_11.htm (дата обращения 29.01.2019)
2. Агапов Д.В. Проблемы сохранения деревянных конструкций зданий – объектов культурного наследия в г. Архангельске [Текст]/ Д.В. Агапов, М.В. Кошелева, Е.Н. Покровская // Сборник трудов 6-го Международного научно-практического Симпозиума Природные условия строительства и сохранения храмов Православной Руси. – Сергиев Посад, 2015. – С.168-178.
3. Чистяков, А.Н., Крогиус М.Э. Типология разрушений памятников культуры Режим доступа: <https://www.litmir.me/br/?b=211891&p=1> (дата обращения 29.01.2019)
4. Гонтарь, Е.В. Разработка рекомендаций по формированию гармоничной цветовой среды города Архангельска [Текст] / Е.В. Гонтарь, М.А. Фролова // Сборник докладов Международного онлайн-конгресса, 06-11 октября 2017 г. [Фундаментальные основы строительного материаловедения](#): / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова – Белгород. 2017. С. 1125-1135.

ФОРМИРОВАНИЕ КОМФОРТНОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ В КОНТАКТЕ С ПРИРОДОЙ

**Ярмош Т. С., ст. преподаватель,
Снимщикова А.А., ассистент**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В статье анализируется проблема, связанная с созданием полноценной среды для жизни человека в контакте с природой. Рассматриваются основные факторы, влияющие на формирование и планирование комфортного городского пространства, а также проектирование жилой среды в условиях плотной застройки.

Ключевые слова: плотность городской застройки, ландшафтный дизайн, доступное жилье, агломерация, качественная городская среда.

В настоящее время существует проблема, связанная с созданием полноценной среды для жизни человека в контакте с природой. Объемы жилищного строительства в российских городах значительно увеличиваются, в связи с этим уменьшается количество природного ландшафта, существовавшего на этом месте. Это создает диссонанс между интересами застройщика и потенциального покупателя, т.к. застройщику гораздо выгодней строить жилые кварталы с высокой плотностью застройки без учета природной структуры местности.

В нашей стране рассмотрение вопросов, касающихся обустройства пространства, резко отличается от аналогичных в мировой практике. За рубежом проектировать, опираясь в первую очередь на интересы человека - это норма. К цивилизованному подходу проектирования, строительства и эксплуатации жизненного пространства современного человека, прибавляются требования социальной адаптированности среды и степень ее экологической устойчивости [1]. Опираясь на эти нормы, немногие новые жилые районы в наших городах можно назвать реально современными и комфортными.

Основное деление жилья на уровни и классы происходит по территориальному признаку. Наиболее контрастно это просматривается в больших городах. Большая часть «доступного жилья» выносится на периферийные зоны города или за его пределы, так как центральная часть ориентируется преимущественно на коммерческие проекты.

В массовом сознании людей, включая проектировщиков и застройщиков, имеются представления о том, что периферийная часть города заслуживает только уровня «спальной застройки». Видение

этого вопроса требует тщательного пересмотра, т.к. строящиеся жилые микрорайоны не соответствуют уровню комфортности из-за недостаточной развитости инфраструктуры и ландшафтного благоустройства, а центр города перенасыщен плотностью застройки. В этой ситуации необходим перенос акцента на обеспечение нового качества жизни.

Развитие жилищного строительства является приоритетным для современного общества. Качество жилища и жилой среды во многом обуславливают физическое и психологическое здоровье человека, поэтому неотъемлемой частью современного комфортного и экологически благополучного жилища является окружающая среда.

Открытое пространство жилой среды должно иметь в своем составе типы зон в зависимости от характера их использования. От четкости определения данных зон и их архитектурно-планировочной организации в жилой среде зависит комфортность данной среды для жильцов. Максимальная степень комфортности возможна при выделении отдельной пространственной зоны с конкретным набором связей и границ по отношению к соседним зонам для каждого отдельного функционального процесса, как малой социальной группы – семьи, так и более крупных социальных групп – сообщество жильцов двора, жилой группы, квартала и т.д.[4]

Обеспечение приватности жилища от окружающей застройки решается за счет дифференциации пространства на 4 зоны:

1) Приватная, или интимная, зона: включает в себя помещения, предназначенные для непосредственного использования семьей: спальни, детские и санузлы при данных помещениях. Приватная зона должна компоноваться таким образом, чтобы была возможность создать удобную связь общественных помещений жилища с его открытыми пространствами, то есть с пространствами полуприватной зоны.

2) Полуприватная, или полуинтимная, зона: пространства, относящиеся к типу микропространств, принадлежащие конкретным жильцам, но имеющие визуальные и пространственные связи с внешней окружающей средой – включает в себя: балконы, лоджии, террасы, придомовые дворики при наличии входа в квартиру с уровня земли. Полуприватные пространства – рекреационные пространства жилища могут использоваться для отдыха, досуговых занятий, приема гостей, возможно использование их в качестве столовой, они связаны с окружением, но при этом жилец имеет на данные пространства исключительное право.

3) Полуобщественная зона: предназначена для совместного использования жильцами нескольких квартир. В неё входят: внеквартирные вертикальные и горизонтальные коммуникации, общедомовые площадки и пространства. Сюда можно также отнести теплые холлы перед входом в квартиры или общедомовые лестницы, галереи, придомовые пространства, принадлежащие нескольким соседям. Данный тип относится к микропространствам.

Уровень комфортности зоны данного типа напрямую будет зависеть от количества жильцов, проживающих в жилой группе. Чем меньше контактирующие группы, тем проще в них возникают социальные контакты.

4) Общественная зона включает общественные пространства в жилом районе, куда относятся скверы, улицы, парки, площади. Данная зона состоит как из макропространств, так и мезопространств. Важной задачей для общественной зоны жилой среды является деликатное сочетание с полуобщественной и, в особенности, с полуприватной зонами. Так, совершенно исключено вторжение транзитных потоков в дворовое пространство, а общественный тип социального контроля может лишь в незначительной степени распространяться на полуобщественную зону и должен быть исключен из полуприватной зоны.

Данный принцип разделения пространства на 4 зоны, с характерными для каждой размерами и связями позволит значительно повысить комфорт проживания в жилище, будет улучшать социальный климат в жилых группах, снизит количество социальных конфликтов в виду обеспечения части функциональных процессов жильцов отдельными открытыми пространствами.

Примером комфортного общественного пространства может служить новый жилой район «Улитка» построенный недавно в экологически чистой части города Белгорода. Композиционным ядром жилого района является общественный центр - пешеходная зона, концентрирующая все основные пешеходные потоки прилегающих микрорайонов и находящаяся в радиусе пешеходной доступности 1200м. В общественном центре расположены учреждения и предприятия обслуживания общерайонного значения: основная и профильная школы, центр административного управления, отделение сбербанка и связи, предприятия бытового обслуживания, торгово-офисные помещения, аптека, амбулатория, опорный пункт охраны порядка, храм. Максимальное приближение к жилой зоне объектов

соцкультбыта общерайонного значения ведет к комфортности обслуживания населения.

Без пересмотра, существующих подходов к проблеме, без привлечения к процессу проектирования грамотных специалистов по дизайну и зонированию среды, сложно говорить о повышении качества жилого пространства. Также в число объективных критериев необходимо включить эмоциональное состояние человека как главного «потребителя» пространства.

Очевидна необходимость логического осмысления существующей ситуации в первую очередь с позиций ландшафтного урбанизма, ведь территория не может быть рационально использована без возможностей природы[3]. Использование средств ландшафтного дизайна для отличного изменения качества жилых пространств, должно основываться на принципах социальной детерминированности и экологической приоритетности.

Основными задачами ландшафтного дизайна по обустройству жилых территорий со средне- и многоэтажной застройкой являются:

- преодоление тенденций экспансии стихийного паркинга и признание ландшафтной организации автостоянок в жилой среде обязательной нормой их обустройства;

- устройство игровых пространств для различных возрастных групп детей и подростков с включением компонентов природы;

- обустройство среды с разделением на пространства приватного, коллективного и общественного назначения;

- создание пространств для спортивных занятий вблизи жилища с интегрированием их в природное окружение;

- обустройство удобных пешеходных связей и велосипедных дорожек как системы коммуникаций, имеющих оздоровительное и функциональное значение;

- использование компонентов природы в качестве средства повышения выразительности и индивидуальности жилого пространства;

- создание дифференцированной системы мест отдыха для различных возрастных групп населения с учетом потребностей людей с ограниченными физическими возможностями;

- превращение с использованием дизайна и новейших технологий мест сбора мусора в жилых дворах в эстетически и экологически полноценную часть пространства;

- создание системы вечерней подсветки, обеспечивающей безопасное использование основных коммуникаций и площадок.

Для современных архитекторов, урбанистов и ландшафтных дизайнеров одной из важнейших задач становится - полное осознание необходимости перехода к цивилизованному решению вопросов взаимодействия человека и природы при формировании жизненного пространства, а также постоянный поиск новых подходов к обновлению понятия «жилое пространство» — одна из задач современного ландшафтного дизайна, располагающего расширяющимся набором средств и приемов, в реализации которых все большую роль играют новейшие технологии[5].

Жителей города окружает видимая (визуальная) среда, которая оказывает огромное влияние на их поведение. Созданная в современном городе, она большей частью, не соответствует нормам зрения. Распространённым явлением в городах стали большие плоскости, однообразная окраска, прямые линии, прямые углы, и статичность большей части объектов - всё это влияет на человека и, в частности, на его орган зрения [9].

В реализации новой концепции жилой среды необходимо в теснейшем контакте с будущими жильцами отследить шаг за шагом их существующие жилищные проблемы и конфликты, особенности использования ими предшествующего жилья, индивидуальные жилищные традиции и предпочтения, наиболее вероятные тенденции их развития [6].

В современном градостроительном планировании возникает вопрос, как наилучшим образом обеспечить граждан доступным жильем, при этом учесть интересы всех слоев населения. Новые жилые районы необходимо проектировать, учитывая все условия и ограничения, а также параллельно решать из этого исходящие проблемы.

Опираясь на западный опыт можно привести в пример разработку частного пространства: проект Террасного дома «Бременские музыканты» на окраине Вены. Перед архитекторами стояла сложная задача разместить на небольшом участке здание. Архитекторы решили проблему внутреннего двора, пустив по фасаду двухуровневые балконы. Чтобы ускорить превращение окраины Вены в «настоящее» городское пространство, архитекторы спроектировали этот жилой комплекс как фрагмент городской ткани с очень плотной застройкой и разнообразием общественных и полуобщественных пространств – как будто формировавшийся на протяжении десятилетий [8].

Заключение.

Вопрос исследования города как объекта социально-комфортной среды раскрывает множество проблем и точек зрения. В зависимости от характеристики конкретного города должны быть применены необходимые действия по формированию жилых пространств в градостроительной структуре. Следует сделать вывод, что плотность жилой застройки не связана с качеством среды в целом, грамотное зонирование и благоустройство территории возможно, как в центральной зоне современного города, так и в периферийной. Основными составляющими, улучшающими, качество среды являются такие компоненты инфраструктуры как:

- доступность труда;
- торгово-развлекательная зона;
- зона рекреации.

В связи с вышесказанным можно сделать вывод, что качество городской среды для жилой застройки должно содержать следующие факторы:

1. Сохранять городское общественное пространство;
2. Содействовать социальному разнообразию;
3. Стимулировать активную жизнедеятельность;
4. Отвечать экономическим требованиям;
5. Создавать благоприятное восприятие;
6. Положительно влиять на психику человека.

Список литературы:

1. Гутнов, А.Э. Эволюция градостроительства/А.Э. Гутнов. М.: Стройиздат, 1984. 235с.
2. Дuceв, М.В. Концепция архитектурно-художественного единства города (на примере Еревана) / М.В. Дuceв // Приволжский научный журнал. 2012. № 1. С. 94-99.
3. Курбатов, Ю.И. Природный ландшафт и архитектурная форма / Ю.И. Курбатов. Л.: Изд. Ленинградского университета. 1988. 135 с.
4. Заварзин, Г.М. Принцип открытости поформировании жилища эконом-класса / Г.М. Заварзин //Архитектон: известия вузов. 2011. № 36. С. 56
5. Коган, Л.Б. Социально-культурные функции города и пространственная среда /Л.Б. Коган. М.:Стройиздат, 1982. 240 с.
6. Кириллова, Л.И. Масштабность в архитектуре/ Л.И. Кириллова.- М.: Стройиздат, 1961. 196 с.
7. Ярмош Т.С., Жилая среда и социальное поведение человека/ Материалы Всероссийской научно-практической (заочной) конференции «Диагностика и прогнозирование социальных

- процессов», [Белгород, октябрь 2010г]; Белгород: БГТУ, 2015. С.153-163.
8. Ярмош, Т.С. Городская визуальная среда как социальный фактор/ Т.С. Ярмош. Материалы международной научно-практической конференции «Социально-гуманитарное знание: поиск новых перспектив» [Пенза, ноябрь 2011 г.]; Пенза: ПГУ. 2012. С.110-112
 9. Speech: archspeech, [Электронныйресурс].-URL[http:// archspeech.com/1-ornament](http://archspeech.com/1-ornament)

6. ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ. ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

СРАВНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК*

**Айзенштадт А.М., д-р хим. наук, профессор,
Тутыгин А.С., канд. техн. наук, доцент,
Шинкарук А.А., канд. хим. наук, доцент,
Бабаева В.А., аспирант**

*Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова*

Аннотация. Представлены сравнительные результаты физико-механических характеристик щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси с применением стабилизирующих добавок. Показано, что наилучшими характеристиками для Северо-Арктических регионов обладает добавка «Хризопро». Применение данной стабилизирующей добавки для изготовления щебеночно-мастичного асфальтобетона позволяет получить оптимальное сочетание нормируемых стандартом показателей.

Ключевые слова: щебеночно-мастичный асфальтобетон, стабилизирующая добавка, дорожное покрытие, физико-механические характеристики.

Снижение качества и долговечности дорожных покрытий на северных территориях Российской Федерации обусловлено увеличением количества большегрузных транспортных средств, увеличением скоростного режима, невысоким качеством покрытия, а также повышением осевых нагрузок на дорожное полотно в сочетании с неблагоприятными природно-климатическими факторами. Вместе с тем, одним из основных материалов, применяемых в дорожном строительстве, является асфальтобетон, который представляет собой сложный многокомпонентный композит. Асфальтобетон обладает конгломератным типом структуры, характеризующейся наличием грубозернистой смеси, цементированной в искусственный конгломерат специально подобранным вяжущим веществом. Кроме того, свойства

асфальтобетона во многом определяются значительным количеством факторов [1, 2]. Так, например, помимо температурного режима изготовления на его свойства большое влияние оказывают гранулометрический состав смеси, тип, сорт и качество битумного или иного вяжущего, качество уплотнения асфальтобетона в покрытии и т. д.

Одним из наиболее перспективных материалов с точки зрения качества дорожных покрытий является щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА).

В отличие от горячих асфальтобетонных смесей щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) обладают повышенным содержанием щебня и битума (до 80 % и 7,5 % по массе соответственно). Кроме того, ЩМА обладает каркасно-щелевой структурой, благодаря чему имеет ряд преимуществ, а именно: высокие сдвигоустойчивость, устойчивость к разрушениям под действием транспорта и климатических факторов, повышенный срок службы покрытий, более высокие эксплуатационные характеристики, а также пониженный уровень шума при движении транспорта[3].

Высокое содержание битума в составе ЩМАС предусмотрено с целью обеспечения требуемой долговечности защитного слоя покрытия, за счет максимального заполнения пустот в уплотненном слое. Таким образом, получение оптимальной структуры ЩМА связано с необходимостью создания как можно более толстых пленок битума на поверхности каждой отдельно взятой частицы щебня [3,4]. Для того чтобы такое количество горячего вяжущего в процессе приготовления, транспортировки и укладки находилось на поверхности щебня и не вытекало из смеси, необходимо присутствие в составе ЩМАС специальных стабилизирующих добавок.

Стабилизирующее (структурирующее) действие добавок проявляется в виде способности их гомогенизировать выпускаемые горячие асфальтобетонные смеси, т.е. препятствовать сегрегации и отслоению (стеканию) битумного вяжущего при высоких технологических температурах [5]. Вид и свойства применяемых добавок имеют определяющее значение для обеспечения требуемого содержания вяжущего и повышения качества смеси.

Первоначально в качестве стабилизатора использовались так называемые свободные целлюлозные волокна, подготовленные специальным образом. При переходе к массовому производству ЩМА, стали проявляться определенные дефекты смеси, в частности, сегрегация и появление битумных пятен различной величины (иногда

обширной площади) на вновь уложенной дорожной поверхности непосредственно в процессе уплотнения.

В настоящее время промышленностью выпускаются стабилизаторы в виде гранулированных добавок, представляющие собой волокна, спрессованные в гранулы с их обработкой модифицирующими составами или без нее [6].

Целью исследования являлось сопоставление влияния различного рода стабилизирующих добавок на физико-механические характеристики ЦМА, а также выявление наиболее оптимальной добавки для северных условий эксплуатации, т.к. по территориальному делению Архангельская область относится ко второй дорожно-климатической зоне.

Характеристики применяемых в работе стабилизаторов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики стабилизирующих добавок

Наименование добавки	Состав
Хризопро АО «Оренбургские минералы»	Хризотилевое волокно с применением связующего на основе битумных компонентов спрессованные в виде гранул
Стилобит ООО «Производственная компания «Стилобит»»	Хризотилевое и базальтовое волокна с применением связующего на основе битумных компонентов спрессованные в виде гранул
Унирем ООО «Новые технологии строительства»	Активный порошок дискретно-девулканизированной резины, стабилизирующая добавка, адгезив и гелеобразователь
Гранулит-66 ООО «Риминвест»	Целлюлоза и поверхностно-активные вещества спрессованные в виде гранул

Для подбора асфальтобетона типа ЦМА-20 применялись следующие материалы:

- щебень и песок из отсевов дробления ООО «Булат-СБС» с карьера п. Булатово;
- минеральный порошок ООО «Добрятинский комбинат минеральных порошков» Владимирской области, п. Добрятино;
- битум БНД-У 100/130 «Битурокс» ОАО «Славнефть-Янос» г. Ярославль.

Перед смешиванием компонентов в лабораторных условиях гранулированную добавку подвергали ручному измельчению в лабораторной ступе до потери формы гранул. Минеральные материалы предварительно разогревали в сушильном шкафу до температуры 165-170 °С, после чего вводили добавку и смесь интенсивно перемешивали в сухом состоянии. Далее в готовую смесь добавляли битум нагретый до температуры 155 °С и перемешивали его до получения однородной массы. Лабораторные испытания проводили в соответствии с методиками ГОСТ 31015-2002 и ГОСТ 12801-98.

При проведении исследований было установлено оптимальное соотношение битума и стабилизирующей добавки по показателю стекания вяжущего. Для дальнейших исследований из подобранного состава формовались образцы диаметром 71,4 мм для определения физико-механических характеристик ЦМА. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительная таблица физико-механических характеристик ЦМА-20

Контролируемый параметр	Нормы по гост 31015-2002	Хризопро – 0,6 % (от массы смеси); битум – 5,6 % (в 100 %)	Унирем – 14 % (от массы битума); битум – 5,2 % (сверх 100 %)	Стилобит – 0,6 % (от массы мин. части); битум – 5,8 % (в 100 %)	Гранулит-66 – 0,6 % (от массы смеси); битум – 5,2 % (сверх 100 %)
Стекание вяжущего В, % по массе	0,07-0,15	0,11	0,10	0,11	0,13
Водонасыщение W, %	1,0-4,0	2,49	2,95	3,78	3,55
Водостойкость $K_{вд}$	не менее 0,85	0,87	0,95	0,98	0,85
Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ при 20 °С, МПа	не менее 2,2	2,84	3,06	2,66	2,44
Предел прочности при сжатии $R_{сж}$ при 50 °С, МПа	не менее 0,65	1,11	1,45	0,66	0,96

Продолжение табл. 2

Коэффициент внутреннего трения асфальтобетона $tg\phi$	не менее 0,93	0,95	0,96	0,97	0,97
Сцепление при сдвиге C_d , МПа	не менее 0,18	0,35	0,32	0,18	0,26
Предел прочности на растяжение при расколе R_p , МПа	2,5-6,0	3,2	2,9	3,2	3,2

По результатам испытаний стабилизирующая добавка «Хризопро», показав наилучшие результаты, определена как наиболее оптимальная для применения в северных условиях. Таким образом, волокна хризотил-асбеста, адсорбирующие на своей поверхности значительно большее количество битума, позволяют получить ЩМА с высокими физико-механическими характеристиками, в особенности повышая сдвигустойчивость (0,35 МПа) и предотвращая поступление влаги в структуру асфальтобетонного покрытия по результатам определения водонасыщения (2,49 %).

*Работа выполнена в рамках государственного контракта от 26 июня 2017 г. №399/08

Список литературы:

1. Арутюнов В.Г., Кирюхин Г.Н., Юмашев В.М. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России // Дороги России XXI века. – 2002. – № 3. – С. 58–61.
2. Котлярский, Э. В. Научно-методические основы оценки структурно-механических свойств композиционных материалов на основе органических вяжущих // Э. В. Котлярский. – М. : Строительные материалы, 2011. – С. 36 – 41.
3. Борисенко Ю.Г., Казарян С.О., Ресть Е.В. Эффективность применения стабилизирующих добавок из порошковых пористых материалов в щебеночно-мастичном асфальтобетоне // Наука. Инновации. Технологии. – 2013. – №3. – С. 50–56.
4. Стебаков А.П., Кирюхин Г.Н., Гопин О.Б. Щебеночно-мастичный асфальтобетон – будущее дорожных покрытий // Строительная техника и технологии. – 2002. – №3. – С. 25–29.

5. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий: учебн. пособие. – Н. Новгород, издание ННГАСУ, 2009. – 65 с.
6. Ядыкина В. В., Гридчин А.М., Траутвайн А.И., Юрьев П.С. Влияние стабилизирующих добавок из отходов целлюлозно-бумажной промышленности на свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона // Строительство и архитектура. – 2013. - №6. – С. 7-11.

ВЛИЯНИЕ БИТУМНЫХ ЭМУЛЬСИЙ НА УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ КЕРАМЗИТА

Бишимбаев В.К., д-р техн. наук, профессор,
Исаева А.У., д-р биол. наук, профессор,
Исхаков Т.У., д-р техн. наук, профессор,
Сарсенбаев Б., д-р техн. наук, профессор,
Сауганова Г.Р., магистр ест. наук
*Южно-Казахстанский государственный
университет им.М.Ауэзова*

Аннотация. Установлен механизм действия битумных эмульсий на казахстанские глины различных типов, который сводится к адсорбции органической части эмульсий на поверхности частиц глин, где наличие полярных асфальтенов приводит к эффективной гидрофобизации поверхности частиц с последующим уменьшением гидратации и упрочнением системы. Выявлены пределы концентрации битума в водно-битумных эмульсиях из нефтебитумных пород, стабилизирующие размеры частиц битума. Показано, что вязкость возрастает вследствие увеличения контактных взаимодействий между шариками эмульсии и с преобладанием когезионного взаимодействия над адгезионным в результате склеивания однородных поверхностей.

Ключевые слова: битумные эмульсии, керамзит, когезия, адгезия.

Глины большинства месторождений Казахстана отличаются неудовлетворительными технологическими свойствами, что влияет на эффективность их использования. В то же время в регионе ощущается острая нехватка строительных материалов, что затрудняет решение социальных проблем. Учитывая все это, нефтебитумные породы (НБП) и эмульсии на их основе можно использовать в качестве вспучивающих, корректирующих и топливосодержащих добавок при производстве искусственных пористых заполнителей и стеновых материалов из этих глин. В настоящее время, мировые запасы НБП в пересчете на органическую часть составляют 630-1050 млрд.т, запасы в Казахстане оцениваются в 30-33 млрд.т, в том числе, только в Западном Казахстане их более 1,5 млрд.т, где породы залегают на небольшой глубине, что создает благоприятные условия для успешного применения НБП в качестве нового доступного и дешевого сырья. Характеристика мировых запасов НБП представлена в ряде аналитических данных (1-4).

В исследовании была использована битумная эмульсия, полученная из нефтебитумных пород месторождения Иман-Кара следующего состава, % (мас.): масла - 51.1, в т.ч.: парафино-нафтендовые - 30.05, моноциклические ароматические- 13.3, смолы -7.3, в т.ч.: петролейно-бензольные -14.0, спирто-бензольные -22.4, асфальтены – 12.5. было установлено, что капельки битумной эмульсии представлены сложными структурными единицами с ядрами, основа которых составлена асфальтенами, карбонами и карбоидами. К ядрам закреплены диспергированные в маслах смолы, следующие слои представлены ароматическими углеводородами.

Для получения керамзита было использовано глинистое сырье, применяемое на одном из керамзитовых заводов юга Казахстана (5). Глинистое сырье, его формовка и обжиг в лабораторных печах готовились путем высушивания глины до влажности 3-6% с последующим измельчением. После введения расчетного количества водобитумной эмульсии формовались образцы - шарики с диаметром 16 мм, которые подсушивались до постоянного веса и подвергались термической обработке в лабораторных электрических печах. В результате этого, получались образцы керамзитового гравия с насыпной плотностью 200-260 кг/м³ (6). В настоящее время выпускаемый в Казахстане керамзитовый гравий имеет насыпную плотность 600 кг/м³ но используемые для улучшения свойств керамзита различные нефтепродукты как соляровое масло, керосин, мазут, лигроин и др., в связи с возрастающим энергодефицитом, являются дорогостоящими. Поэтому применение водобитумных эмульсий дает возможность решить данную проблему.

Установлено, что использование эмульсий позволяет снизить среднюю плотность керамзита на 0,10-0,20 г/см³. При этом, различие в химическом и минеральном составе глинистых пород влияет на изменение средней плотности керамзита в зависимости от количества добавки. Выявлено, что оптимальное количество вводимых НБП колеблется в пределах от 1,5 до 8 мас. %, эмульсии - от 0,25 до 1,5 мас. % от объема органического вещества. Оптимальная температура обжига - 1150-1170⁰С. Улучшение качества керамзита основывается совместном воздействии неорганической и органической части НБП в ходе термообработки минерала. С одной стороны, минеральная часть улучшает гомогенное распределение НБП в сырьевой смеси, повышает пиропластическую вязкость, расширяет температурный интервал вспучивания глин и формирует пористую структуру керамзита. С другой стороны, органическая

часть породы с повышением температуры расщепляется, парафиновые и нефтяные углеводороды разрушаются с накоплением ароматических углеводородов. Кроме того, высокие температуры способствуют интенсивному коксообразованию, что также способствует созданию условий для формирования структуры керамзита. Было установлено, что наибольший эффект вспучивания достигается при введении в глинистое сырье 0,75 мас. % органической части НБП, при этом средняя плотность керамзита доходит до 0,392 г/см³. При введении в глинистый материал органических веществ фракций, выкипающих в интервале температур 190-350⁰С, при диапазоне температур более 350 и 450⁰С получается керамзит со средней плотностью 0,456, 0,432 и 0,428 г/см³ соответственно.

В результате проведенных исследований выявлено, что введение НБП в глину повышает вязкость пиропластической массы, при этом эмульсия, из-за отсутствия в ней минеральной части, оказывает меньшее влияние на данный показатель. Совокупность газообразования с плавным снижением вязкости способствует началу образования пор в температурном интервале 900-1000⁰С, при этом вязкость изменяется в пределах $1 \cdot 10^{10}$ - $2 \cdot 10^9$ Па·с. В интервале температур 1000-1075⁰С вязкость пиропластической массы снижается до $2 \cdot 10^8$ Па·с с ростом количества открытых и закрытых пор. Наиболее полно и интенсивно процесс парообразования протекает при температуре выше 1100⁰С.

Результаты электронно-микроскопического анализа и метода малоуглового рассеяния рентгеновских лучей показали изменения микроструктуры керамзита в зависимости от вида вводимых добавок. Установлено, что Сарыагашские глины характеризуются наличием крупных пор, стенки которых представляют остеклованную матрицу, состоящую из мелких пор. Из-за незначительной толщины стенок между крупными порами каркас получается слабым. Было установлено, что наиболее эффективный радиус микропор 30 нм, при максимальном разбросе по размерам пор- 7,9 нм. При введении НБП эффективный радиус пор уменьшается до 27,6 нм с увеличением их количества до 83 %, при снижении разброса по размерам до 7,6 нм с параллельным качественным изменением микроструктуры. Поры приобретают размеры одного порядка сферической формы, происходит их усреднение. Наблюдается увеличение количества остеклованной массы, формирующей прочную матрицу керамзита. Введение эмульсии формирует более крупную

пористую и матричную структуру центра образца с незначительным увеличением количества остеклованной массы.

Изучение реологических свойств керамзитовых глин месторождений Бештюбинское и Сарыагашское показало, что при введении НБП водопотребность и пластическая прочность шихты снижаются, что способствует ускорению процесса сушки гранул, снижению величины усадки и повышению их прочности. Введение оптимальных количеств НБП оказывает влияние на снижение пластической деформации при равном развитии эластических деформаций, снижение величины условной мощности деформации 11_E , что влияет на уменьшение расхода энергии на переработку и формование глин с интенсификацией работы формовочного оборудования. За счет присутствия НБП в сырьевой смеси компенсируются возникающие при формовке краткосрочные деформации без нарушения структуры и контакта между частицами полученного материала.

Установлено, что глины месторождений Саздинское и Хромтауское являются пластичными с высокими показателями оптимальной формовочной влажности (ОФВ) до 30 %, а глины месторождений Аусар, Джалагашское, Чаганское и Акжарское менее пластичны, показатели их оптимальной формовочной влажности колеблются в пределах от 20 до 24 %, при этом Хромтауская и Акжарская глины характеризуются очень низкой прочностью структуры $P_m = 3-5$ кПа, значения P_m для глин Чаганского, Аусарского и Саздинского месторождений находятся на уровне 16 кПа. Введение в эти глины НБП месторождения Мортук способствует снижению P_m при слабом изменении ОФВ, а их добавление в глины с малым P_m - к значительному снижению ОФВ при слабом изменении P_m . Аналогичное действие оказывает НБП месторождения Донгелексор, при этом введение НБП Мортукского месторождения значительно сильнее снижает ОФВ глин месторождения Хромтауское, чем НБП месторождения Донгелексор. Введение НБП месторождения Иман-Кара снижает пластическую прочность глин с высокой прочностью структуры с одновременным уменьшением ОФВ и незначительному повышению пластической прочности глин с исходной слабой прочностью структуры. Добавление в Саздинскую глину 30 % НБП месторождения Мортук приводит к снижению коэффициента чувствительности к сушке с 1,61 до 1,02, формовочной влажности - с 24,45 до 19,8 %, линейной воздушной усадке - с 5,5 до 4,7 %, общей усадки - с 9,2 до 8,4 %.

При этом механическая прочность образцов повышается с 20,4 до 36,5 МПа.

Заключение

На основании проведенных исследований были сделаны следующие выводы:

Установленный механизм действия битумных эмульсий на казахстанские глины различных типов сводится к адсорбции органической части эмульсий на поверхности частиц глин, где наличие полярных асфальтенов приводит к эффективной гидрофобизации поверхности частиц с последующим уменьшением гидратации и упрочнением системы. Процесс осуществляется за счет полифункциональных молекул асфальтенов, которые образуют мостики между частицами глины.

Установлены пределы концентрации битума в водно-битумных эмульсиях из нефтебитумных пород, способствующих стабилизации размеров частиц битума. Выявлено, что вязкость возрастает вследствие увеличения контактных взаимодействий между шариками эмульсии и с преобладанием когезионного взаимодействия над адгезионным в результате склеивания однородных поверхностей.

Список литературы:

1. Motta Cabrera, S.C., Bryan, J. and Kantzas, A. Estimation of Bitumen and Clay Content in Fine Tailings. CIM 2007-074 presented at the 58th Annual Technical Meeting of the Petroleum Society held in Calgary, June 12-14, 2007. DOI: 10.2118/2007-074
2. Meyer, R.F., and Freeman, P.A. (2006). Siberian platform; Geology and natural bitumen resources: U.S. Geological Survey Open-File Report 2006-1316, available online at <http://pubs.usgs.gov/of/2006/1316/>.
3. Meyer, R. F. and Attanasi, E. D. (2003) Heavy Oil and Natural Bitumen-Strategic Petroleum Resources, *U.S. Geological Survey*, Fact Sheet 70-03 - Online Version 1.0.
4. Meyer, R. F., Attanasi, E. D. and Freeman, P. A. (2007) Heavy Oil and Natural Bitumen Resources in Geological Basins of the World. *US Geological Survey*, Virginia, <http://pubs.usgs.gov/of/2007/1084/OF2007-1084vi.pdf>. Accessed 8/1/2010.
5. ГОСТ 21282-93 Глина бентонитовая для тонкой и строительной керамики.
6. ГОСТ 9757-90. Керамзит.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Герасимов М.Д., канд. техн. наук, доцент
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В статье сформулированы основные направления исследований современности в технической и технологической отраслях промышленности. Показано, что одним из направлений исследований такого уровня является разработка, создание и применение аппаратов вихревого слоя, которое отвечает требованиям современных условий производства.

Ключевые слова: направления исследований, аппарат вихревого слоя, реактор роторно-вихревого типа, сверхтонкое измельчение.

Введение. Современное промышленное производство решает несколько стоящих перед ним глобальных задач. Эти задачи продиктованы, прежде всего, сложившимися геополитическими и транснациональными амбициями и потребностями технически развитых стран и корпораций. Среди глобальных задач, для решения которых сосредоточены финансовые и научно-исследовательские ресурсы можно выделить следующие:

- многократное увеличение *скорости*;
- сверхточное *позиционирование*;
- использование *сверхтонких размеров* **конструкционных материалов**.

Стремление увеличения *скорости* относится ко всем областям промышленности:

- к военной отрасли (скорость доставки оборонительных или наступательных вооружений),
- к торговой (скорость доставки товаров, услуг и информации),
- к химической, пищевой, перерабатывающей и других отраслей (скорость выполнения технологических операций),

Сверхточное *позиционирование*, в свою очередь, обеспечивает возможность и качество выполняемых работ:

- в медицине при выполнении операций,
- в микропроцессорной технике,
- в военной, космической, навигационной технике,
- в роботизации процессов.

Использование *сверхтонких размеров конструкционных материалов* позволяет:

- создавать принципиально новые материалы,
- развивать аддитивные технологии,
- сокращать объёмы расходов природных ресурсов.

Поэтому выбор стратегического направления исследований современного должен вписываться с одно из перечисленных направлений глобальных задач современности. Идеальным вариантом может стать комплексное направление исследований, связанное сразу с решением двух и более глобальных задач.

Среди перспективных направлений исследований, которые могли бы стать программой большинства научно-исследовательских микроцентров университета или института, представляющих единый научный организм, работы и технологии с использованием *аппаратов вихревого слоя* (АВС) [1,2,3,4]. Данные аппараты могут носить разные названия (например, реактор, активатор и др.), однако все они работают, используя вращающееся электромагнитное поле [5].

Основным узлом, создающим вращающееся электромагнитное поле, является индуктор, рис. 1. Аппарат включает сердечник индуктора 1 и трехфазную обмотку 2. Вращающееся электромагнитное поле индуктора замыкается в области рабочей зоны аппарата, ограниченной немагнитным корпусом 3. В рабочую зону аппарата (реактора) нагнетается обрабатываемый материал 5, вместе с ним туда помещаются ферромагнитные тела - иголки 4, которые взаимодействуют с вращающимся магнитным полем индуктора.

Трёхфазная обмотка индуктора создаёт вращающееся электромагнитное поле с промышленной частотой 50 Гц. В немагнитном цилиндрическом корпусе на длине трёхфазной обмотки индуктора располагается рабочая камера реактора. Рабочая камера реактора предварительно заполняется ферромагнитными рабочими телами – иголками. Под действием вращающегося электромагнитного поля ферромагнитные элементы двигаются в рабочей зоне по круговой траектории и создают так называемый «вихревой слой». В рабочей зоне реактора одновременно протекает несколько процессов, накладываемых друг на друга.

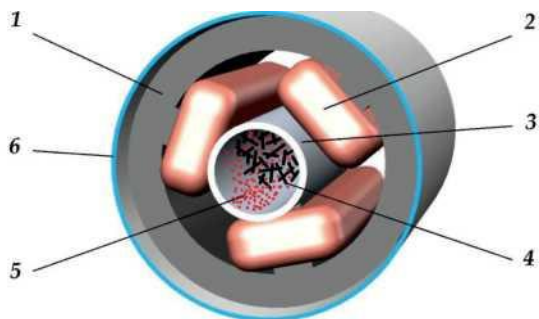


Рисунок 1 - Типовая конструкция аппарата с вращающимся электромагнитным полем [1,4]; 1 – магнитопровод индуктора; 2 - трёхфазная обмотка индуктора; 3 - немагнитный цилиндрический корпус рабочей зоны аппарата; 4 - ферромагнитные иглы; 5 - обрабатываемый материал; 6 - кожух

В ряду происходящих процессов в рабочей зоне реактора следует выделить некоторые из известных и относительно исследованных:

- механические и ударные взаимодействия на обрабатываемый материал внесенными в рабочую зону ферромагнитными иглами;
- тепловое воздействия иголок;
- высокая энергетическая напряжённость в рабочей зоне;
- возникновение и наличие явления магнитострикции;
- акустические явления, частотный диапазон звуковых волн которых может составлять от десятков герц до десятков мегагерц;
- возможность резонансных проявлений отдельных процессов;
- возникновение и наличие явления кавитации в обрабатываемом материале;
- возможность возникновения в металлических иглах индукционных токов, стимулирующих процессы электролиза в системе.

Широкий спектр областей применения аппаратов вихревого слоя (АВС) обеспечивает их широкое применение в будущем. Данные аппараты хорошо себя зарекомендовали в ряде отраслей:

- нейтрализация сточных вод и отходов, содержащих нефтепродукты;
- ликвидация твердых отходов (ТБО), свалок, отвалов и их стоков;
- уничтожение отравляющих веществ, промышленных и сельскохозяйственных ядов;

- улавливание, нейтрализация и утилизация промышленных выбросов газов;
- обезвреживание и утилизация отходов птицефабрик и животноводческих ферм;
- разделение смесей соединений металлов выделенных из промстоков и илов (шламов) из осадка после нейтрализации;
- производство стройматериалов;
- производство смазывающе-охлаждающих жидкостей и эмульсий;
- очистка отработанных масел;
- экстракция активных веществ из растений;
- переработка нефти и нефтепродуктов. Биотопливо.

Рядом исследований подтверждается, что скорость протекания процессов в аппаратах вихревого слоя (АВС) в десятки, сотни т тысячи раз выше, чем скорость тех же процессов в традиционных, на сегодняшний день, установках.



Рисунок 2 - Аппарат вихревого слоя с аппаратурой управления конструкции ООО «Пром-Эко», г. Белгород, партнёр БГТУ им. В.Г. Шухова

Уникальность аппаратов вихревого слоя является то, что они при небольшой конструктивной модернизации могут работать в непрерывном и циклическом режиме, а также по сухому или мокрому (с жидкими средами) способу. На рис. 2 представлен АВС конструкции

ООО «Пром-Эко», партнёра БГТУ им. В.Г. Шухова, на котором проведен ряд исследований по измельчению и извлечению материалов.

Результаты измельчения песка мокрым способом представлены на рис. 3. Оценка результатов измельчения произведена в «Центре высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова [5].

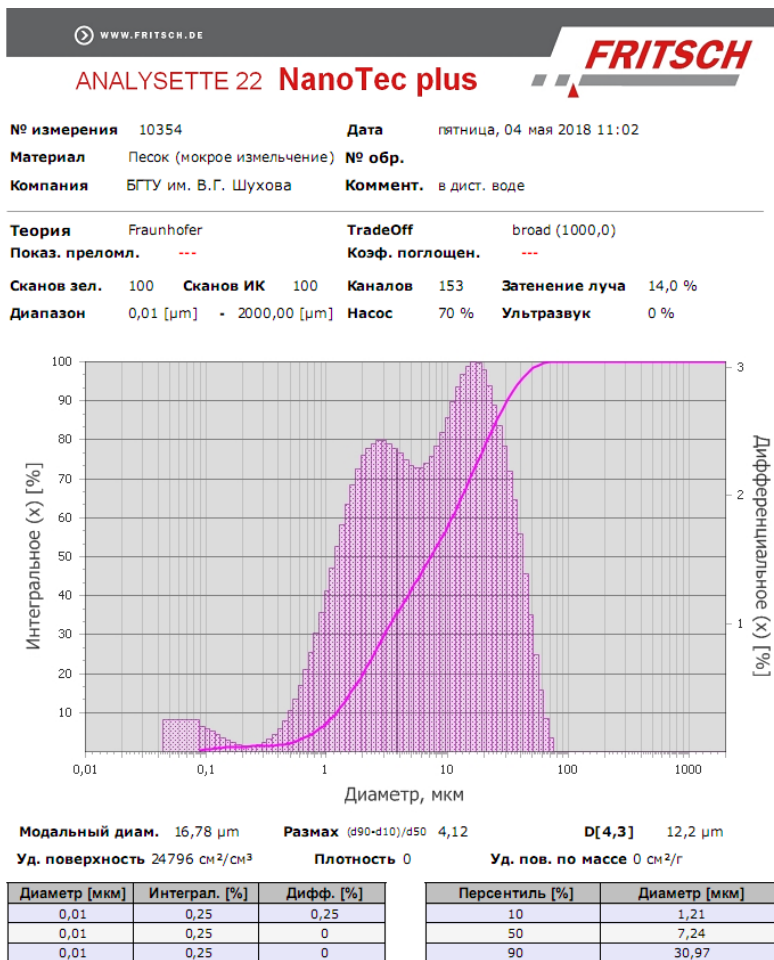


Рисунок 3 - Результаты измельчения песка мокрым способом

Проведенные в БГТУ им. В.Г. Шухова эксперименты по измельчению материалов в аппарате вихревого слоя и исследованные в центре высоких технологий университета показали, что тонкость помола в них составляет в пределах 0,5...200 мкм по сухому способу измельчения и 1,0... 50 мкм по мокрому способу измельчения. Удельная поверхность составила 24796 см²/см³.

Для промышленных целей разработана и введена в эксплуатацию модульная конструкция, выполненная с использованием ноу-хау БГТУ им. В.Г. Шухова и ООО «Пром-Эко», реактора роторно-вихревого типа, рис. 4.



Рисунок 4 - Реактор роторно-вихревого типа модульной конструкции

Вывод. Анализ возможностей и перспектив использования аппаратов вихревого слоя показывает, что процессы, протекающие в них отличаются высокой скоростью протекания и способностью получения сверхтонкого материала, что соответствует современным направлениям решения глобальных задач в промышленном производстве.

Работа выполнена в рамках договора о сотрудничестве БГТУ им. В.Г. Шухова и ФерПИ.

Список литературы:

1. Логвиненко Д.Д., Шеляков О.П. Интенсификация технологических процессов в аппарате вихревого слоя. – Киев: «Техника», 1976. – 144 с.
2. Вершинин Н.В., Вершинин И.Н. Установки активации процессов в промышленности и сельском хозяйстве. – М.: Издательство «Триада Плюс», 2004.
3. Вершинин И.Н., Вершинин Н.П. Аппараты с вращающимся электромагнитным полем. Сальск-Москва: Передовые технологии XXI века, 2007. - 368 с.
4. Мищенко М.В., Боков М.М., Гришаев М.Е. Активация технологических процессов обработки материалов в аппаратах с вращающимся электромагнитным полем. Фундаментальные исследования № 2, 2015. С. 3508-3512
5. Малахов К. С., Печагин Е. А., Егоров М. Г. Использование аппарата вихревого электрического поля с ферромагнитными частицами для получения биодизельного топлива / Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2016. №2(60). С. 208 – 213
6. Герасимов М. Д., Локтионов И. О. Технологические решения двойного назначения. Перспективы применения. // С.Вектор ГеоНаук. 2019. Т.2 №1. С. 19-26.

К ВОПРОСУ О ТЕРМИНОЛОГИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГРУНТОБЕТОННЫХ ОСНОВАНИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Дмитриева Т.В.¹, канд. техн. наук,
Куцына Н.П.², канд. техн. наук,
Безродных А.А.¹, аспирант

¹*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

²*ОГКУ «Управление дорожного хозяйства и транспорта
Белгородской области»*

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления при реконструкции и ремонте дорог. Показана эффективность холодного ресайклинга. Приводятся некоторые аспекты понятийного аппарата. Показаны терминологические отличия природного и техногенного грунта.

Ключевые слова. Грунтобетон, автомобильная дорога, техногенный грунт, антропогенные образования, холодная регенерация.

В настоящее время намечен рост объемов строительства автомобильных дорог во многих регионах Российской Федерации. Данный рост связан с реализацией Национальной программой «Модернизация и развитие автомобильных дорог Российской Федерации до 2025 года» [1]. Однако, насущным является вопрос проведения ремонтных работ ранее построенных объектов, а также реконструкция отдельных участков дорог. Данное обстоятельство заставляет в свою очередь предусматривать в проектно-сметной документации различные ресурсосберегающие технологии. Данное направление актуально также в связи с активным внедрением концепции бережливого управления во всех сферах промышленности Белгородской области [2].

Важным моментом при выборе применяемых материалов и технологий при осуществлении ремонтных работ на автомобильной дороге является необходимость увеличения несущей способности дорожной одежды автомобильных дорог в связи с возросшими показателями интенсивности дорожного движения [3]. Наиболее приемлемым методом в практике дорожного строительства признан метод холодной регенерации [4]. Его преимущество состоит в качестве конечного материала, снижении временных и стоимостных затрат, легкости применения, производстве работ поточным методом без

остановки движения, а также возможности использовать вторично материал старого покрытия [5].

Получаемый материал основания согласно действующим методическим рекомендациям принято называть асфальтогранулобетон [6]. Это уплотненная и сформированная асфальтогранулобетонная смесь. Процесс структурообразования асфальтогранулобетонной смеси заключается в формировании пространственных органо-минеральных структур из полиминерального наполнителя (грубодисперсной фазы) и вяжущего компонентов (дисперсная среда) (неорганического, органического и комплексного).

Таким образом, асфальтогранулобетонная смесь представляет собой смесь асфальтогранулята (лома от измельчения асфальтобетона), зернистого минерального материала (например, щебень или щебеночно-песчаная смесь), вяжущего материала и воды [7].

Данное определение схоже с определением грунтобетона, представляющего собой смесь грунта, вяжущего, добавок и воды [8]. При этом известны работы по разработке составов грунтобетона из грунтов различного генезиса [9, 10]. Разработкой составов грунтобетона на основе техногенных грунтов занимался ряд научных школ, в том числе ученые Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова [11, 12]. Однако, работы были посвящены грунтам, образованным в отвалах промышленных ресурсодобывающих предприятий.

В специализированной литературе указано [13], что если содержание асфальтового гранулята в асфальтогранулобетонной смеси менее 40 % (хотя эта граница достаточно условна), то получаемый материал принято называть укрепленным материалом (по аналогии с укрепленным крупнообломочным грунтом).

В практике дорожного строительства установлена необходимость срезки верхних слоев асфальтобетонного покрытия для придания покрытию автомобильной дороги требуемого проектного профиля. При дальнейшем проходе ресайклирующей техники происходит глубокое измельчение существующего материала покрытия. При фрезеровании пакета битумо-минеральных слоев в ресайклируемый материал попадают материалы разных составов, с различной степенью старения битума. Получаемый материал содержит зерна крупностью до 40 мм с высоким содержанием зерен мельче 0,14 мм. Состав смеси может содержать в том или ином соотношении щебенки, окруженные растворной частью, растворные гранулы, гранулы из асфальтовяжущего

вещества и отдельные минеральные зерна, покрытые полностью, частично или не покрытые битумом [14].

Образованная после прохода смесь по основным характеристикам может классифицироваться по ГОСТ 25100-2011 как техногенный грунт – грунт, измененный, перемещенный или образованный в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Согласно ГОСТ Р 54098-2010 техногенные образования – это специально обустроенные или необустроенные накопления вторичных ресурсов, пригодных для использования в качестве вторичного сырья с применением специальных технологий по сохранению потребительских свойств.

Таким образом, образовавшийся в результате использования технологии холодной регенерации сфрезерованный материал можно отнести к одной из разновидностей техногенных грунтов – антропогенным образованиям в виде промышленных отходов, образовавшихся в результате деятельности человека, а его укрепление в процессе проведения технологии холодной регенерации – устройством слоя основания из грунтобетона. В связи с большим количеством преимуществ данной технологии, и её популярности на территории Российской Федерации, в том числе и в Белгородской области, изучение конечных свойств грунтобетона на основе техногенного сырья является актуальной тематикой для проведения дальнейших научных исследований.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Национальная программа модернизации и развития автомобильных дорог Российской Федерации до 2025 г. М.: Министерство транспорта и связи Российской Федерации, 2004. 111 с.
2. Конорева К.В. Использование концепции бережливого производства в практике предприятий Белгородской области // Научный журнал «Дискурс». 2017. №1 (3). С. 255-262.
3. Лупанов А.П., Силкин В.В., Рудакова В.В., Гладышев Н.В., Силкин А.В. Повторное использование асфальтобетона // СТТ: Строительная техника и технологии. 2016. № 4 (120). С. 76-79.
4. Мануковский А.Ю., Курдюков Р.П. Регенерация асфальтобетонного покрытия // Актуальные направления научных исследований XXI века: Теория и практика. 2016. №5-2 (25-2). С. 63-68.
5. Свириденко М.В., Федорова В.С. Способы регенерации дорожных одежд // Материалы 57-й студенческой научно-технической

- конференции инженерно-строительного института ТОГУ (17 - 27 апреля 2017 г.). Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2017. С. 256-260.
6. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации. М.: Министерство транспорта и связи Российской Федерации, 2002. 56 с.
 7. В. С. Прокопец, С. Ф. Филатов, Т. Л. Иванова, М. В. Тарасова, Л. В. Поморова Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклинга и добавками химических веществ // Башкирский химический журнал. 2006. Том 13. №5. С. 61-65
 8. Грунтобетоны на основе глинистых пород КМА для дорожного строительства: Монография / В.В. Строкова, А.Ф. Щеглов. – Белгород: Изд-во БГТУ им В.Г. Шухова, 2003. 152 с.
 9. Шейна Т.В., Коренькова С.Ф. Производство грунтобетона дорожного и аэродромного назначения // Строительные материалы XXI века. 2006. № 2. С.22–23.
 10. Карацупа С.В., Яковлев Е.А., Дмитриева Т.В. Укрепление глинистых пород в дорожном строительстве // Вестн. БГТУ им. В.Г.Шухова. 2008. № 3. С. 12–15.
 11. Лютенко А.О., Строкова В.В., Лебедев М.С., Дмитриева Т.В., Николаенко М.А. Анализ микроструктуры алюмосиликатного сырья с позиции применения его в дорожном строительстве // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. № 2. С. 33–38.
 12. Строкова В.В., Карацупа С.В., Щеглов А.Ф. Особенности структурообразования в системе «глинистые породы-известьесодержащие отходы-цемент» // Строительные материалы. 2004. №3. С. 16-17.
 13. Филатов С.Ф. Восстановление асфальтобетонных покрытий методом холодного ресайклера. Омск. 2009. 72 с.
 14. Курдюков Р.П., Курдюков Д.П., Мануковский А.Ю. Регенерация асфальтобетонного покрытия // Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической интернет-конференции «Леса России в XXI веке» (26 ноября 2015 г.). Санкт-Петербург, 2015. С. 130-135.

ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИЕ МЕРОПРИЯТИЯ НА ДОРОГАХ С ПЕРЕХОДНЫМ ТИПОМ ПОКРЫТИЯ

Дмитриева Т.В., канд. техн. наук,
Ишмухаметов Э.М., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассмотрены преимущества и недостатки основных методов обеспыливания дорог с низшим и переходным типом покрытия, а также обозначены приоритетные направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: обеспыливание, автомобильные дороги, пылеулавливающие составы.

Проблема подавления пыли актуальна для различных отраслей промышленности, особо значима для горнорудных предприятий, технологических проездов дорог в карьерах, временных грунтовых проездов, устраиваемых при проведении дорожных работ [1].

Пылевыведение на открытых разработанных карьерных автодорогах составляет более 60%, что связано с большой интенсивностью и протяженностью [2]. Без специальных мероприятий запыленность на автодорогах может достигать значительных величин.

К основным причинам пылеобразования на грунтовых автодорогах следует отнести износ покрытия, высыпание из кузова мелочи породы, турбуляция воздуха за движущимся транспортом и перенос пыли колесами автотранспорта с других участков карьера.

Таким образом, карьерные автодороги являются одним из основных источников пылевыведения на открытых разработках полезных ископаемых, а изыскание эффективных способов обеспыливания дорог является актуальной задачей современной науки.

В настоящее время обеспыливание поверхностей производят путем механического удаления пыли или поверхностной обработки данных покрытий. Что касается основных принципов пылеулавливающих составов для поверхностной обработки, то они различны [3]. Для закрепления грунтовых (пылящих) частиц на поверхности применяют внесение неорганических вяжущих компонентов путем перемешивания (укрепление грунтов) и распыление различных веществ или специальных составов на поверхности (обеспыливание).

Использование битумных эмульсий позволяет эффективно решить этот вопрос [4], обеспечивая обеспыливающий эффект на срок до 90

сут. За счет электрического дипольного момента функциональных групп, путем механического заклинивания битума в субстрате по адсорбционным связям и диффузионному проникновению, возможно повысить адгезионную способность битума и оптимизировать толщину пленки битума. Технологические особенности нанесения вяжущего на поверхность дороги позволяют достигнуть высокого срока обеспыливающего эффекта, однако он связан с высоким расходом вяжущего.

В жарком и умеренно жарком климате практикой дорожного строительства предусматривается применение хлористых гигроскопичных солей (магния, натрия и кальция) как в сухом виде, так и в виде растворов в качестве реагента [5]. Обеспыливающее действие материалов данного типа составляет 15–40 сут.

В районах предприятий деревообрабатывающей и лесозаготовительной промышленности актуально использование в качестве обеспыливающего реагента лигносульфонатов технических, являющихся побочными продуктами при производстве целлюлозы сульфитным способом [6]. Лигносульфонаты представляют собой кальциево-натриевые, аммониевые, кальциевые, натриевые соли лигносульфонатных кислот. Этот материал, несмотря на свои положительные свойства и длительное обеспыливающее действие – 20–30 сут, привлекателен только для лесоперерабатывающих регионов.

Пылеулавливающие составы на основе полимеров на водной основе активно применяются как в отечественной, так и в зарубежной практике [7]. Состав эмульсии типовой – полимер, эмульгатор и вода. Полимеры различны по размеру, степени разветвленности, химическому составу, молекулярному весу, размеру боковых цепей и прочему. На практике широко применяются составы на основе винилацетата и акрила. Однако ученые добились положительных результатов при применении нового типа полимеров – винилированных алкидных олигомеров в качестве основных компонентов [8].

Применение пылеудерживающих составов на основе полимеров на водной основе предполагает использование основного компонента с пленкообразующими свойствами, что позволяет задерживать воду в отличие от простой влажностной обработки водой, при котором вода высыхает быстро и пыль может возникать снова. Принцип действия пленкообразователей состоит в глубоком проникании «активных частиц полимера» в структуру грунта, способствуя созданию органо-глинистого композита пространственной структуры.

Однако исследования об особенностях пылеулавливающих мероприятий были направлены на изучение конечных свойств дорожно-строительного материала без учета специфики химического взаимодействия компонентов системы с различными химико-минеральными параметрами [9]. Отсутствие знаний в данном направлении не позволяет установить для грунтов, представляющих сложные полиминеральные системы, закономерностей взаимодействия в составе комплексных органоминеральных композиций [10–12].

Таким образом, решение проблемы пылеподавления имеет существенную значимость для многих отраслей промышленности. Также это позволит снизить экологический прессинг в регионах, близких к районам добычи полезных ископаемых и проведения дорожных работ. Изучение принципов формирования органоминерального композита для грунтовых систем различного генеза и минерального состава с учетом типоморфных особенностей составляющих минералов системы является прогнозной основой для формирования обобщенных принципов проектирования органоминеральных композиций для дорожного строительства.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Зиновьев А.П., Ольков П.Л. Борьба с пылеобразованием на карьерных автодорогах нефтяными вяжущими. Уфа: БКИ, 1990. 95 с.
2. Торегельдин М.М., Кудусов А.М. Карьерные автодороги как источники пылеобразования / Интеграция современных научных исследований в развитии общества // Сборник материалов II Международной научно-практической конференции. Кемерово, 5 мая 2017 г. С. 21–24.
3. Rushing J.F., Moore V.M., Tingle J.S., Mason Q., McCaffrey T. Dust abatement methods for lines of communication and base camps in temperate climates. U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 2005. 17 p.
4. Кошкаров В.Е., Валиев Н.Г. Опыт и перспективы применения битумных эмульсий при строительстве и эксплуатации карьерных дорог // Известия вузов. Горный журнал. №5. 2011. С. 13–20.
5. Герашенко Е.А., Сиротюк В.В. Обеспыливание грунтовых и щебеночных покрытий // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство. Сборник научных трудов национальной научно-практической конференции. Омск, 19-20 апреля 2018 г. С. 363–369.

6. Чельшева Т.В. Применение лигносульфонатов для укрепления и обеспыливания лесовозных автомобильных дорог // Лесной журнал. 2001. № 5–6. С. 64–70.
7. Кольвах К.А. Снижение пылеобразования при ведении открытых горных работ. Молодежь в науке: Новые аргументы: Сборник научных работ VI Международного молодежного конкурса. Липецк, 30 апреля 2017 г. С. 97–100.
8. Киреева Е.В., Кондрашева Н.К., Зырянова О.В., Дринберг А.С., Недведский Г.Р. Пылеулавливающие составы на основе водных дисперсий растительных полимеров // Тезисы докладов IV Всероссийской научно-практической конференции с участием молодых ученых. Инновационные материалы и технологии в дизайне. Санкт-Петербург, 22–23 марта 2018 г. С. 68–69.
9. Кошкарров В.Е., Неволин Д.Г., Кошкарров В.Е. Разработка технологии обеспыливания карьерных автодорог на основе битумно-полимерных материалов // Инновационный транспорт. № 2 (16). 2015. С. 64–71.
10. Строкова В.В. Анализ органо-минеральных композитов с учетом генезиса и размерных уровней минерального сырья // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2009. № 4. С. 28–32.
11. Dmitrieva T.V., Strokova V.V., Zhernovsky I.V., Makarova N.V. Soil Stabilization Mechanism in Different Loamy Minerals // Advanced Materials Research Vols. 753–755 (2013): Materials Processing and Manufacturing III. Trans Tech Publications, Switzerland. Pp. 784–788.
12. Дмитриева Т.В., Строкова В.В., Безродных А.А. Влияние генетических особенностей грунтов на свойства грунтобетонов на их основе // Строительные материалы и изделия. 2018. Том 1. №1. С. 69–77.

СКРЫТЫЕ ПРОБЛЕМЫ, СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНУЛИРОВАННОГО ФОСФОРНОГО ШЛАКА В ЦЕМЕНТЕ

Естемесов З.А., д-р техн.наук, профессор,
Барвинов А.В., канд.техн.наук.,
Сарсенбаев Н.Б. - доктор PhD

*Центральная лаборатория сертификационных испытаний
строительных материалов –ТОО «ЦеЛСИМ»*

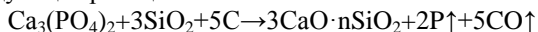
Аннотация. Показано, что в скорлупах гранулированных фосфорных шлаков присутствуют токсичные газы, поэтому применение их в составе цементов нежелательно. В связи с этим рекомендовано изъять их из соответствующих стандартов по цементам. А переработка этих шлаков осуществляется по инновационной технологии, расположив ее рядом с фосфшлакоотвалами.

Ключевые слова: Гранулированные фосфорные шлаки, токсичные газы, стандарты, цемент, инновационная технология.

Согласно ГОСТ 3476 -74 и ГОСТ 31108-2016 гранулированные электротермофосфорные шлаки используют в качестве гидравлической добавки или второго составляющего при производстве цемента и шлакопортландцемента. При этом абсолютно не учитывается присутствие в их скорлупах различных вредных газов – сероводорода (H_2S), фтористого водорода (HF), тетрафторида кремния (SiF_4), фосфина (PH_3). Причем в составе свежих гранулированных электротермофосфорных шлаков (ГФШ) эти газы присутствуют в большем количестве, а в фосфшлакоотвалах – в меньшем (в любом случае достаточно, чтобы относиться, к этой проблеме серьезно).

ГФШ представляют собой побочные (техногенные) пористые материалы со средней плотностью $1000...1200 \text{ кг/м}^3$, получаемые при производстве фосфора методом возгонки в электротермических печах. Грануляция их осуществляется при температуре около 1450°C путем слива огненно-жидких шлаков в бассейн с водой.

Фосфор и его соединения (фосфорные удобрения) в основном получают из фосфорита (кальциевая соль фосфорной кислоты $Ca_3(PO_4)_2 - 3CaO \cdot P_2O_5$). В электропечах около 1450°C в соответствующих смесях из фосфорита ($3CaO \cdot P_2O_5$), песка (SiO_2) и углерода (C) протекает следующая реакция:



Химический состав ГФШ отличается постоянством, состоит, %: SiO_2 – 41...44; CaO – 44...48; Al_2O_3 – 3,2...3,6; Fe_2O_3 – 0,5...0,6; MgO – 2,5...3,2; P_2O_5 – 1,07...2,5; SO_3 – 0,5...0,8; F – 1,2...2,0. Фазовый состав преимущественно представлен, ГФШ имеют 10...15% влажности.

Кроме того, в них могут присутствовать фосфиды (0,2...0,3%), фториды (4,0...4,5%) и сульфиды (0,2...0,3%), которые, взаимодействуя с водой, образуют в скорлупах токсичные газообразные вещества фосфин – PH_3 (ПДК=0,1 мг/м^3), фтористый водород – HF (ПДК = 0,05 мг/м^3) и сероводород - H_2S (ПДК=10 мг/м^3).

В Казахстане в 1980 годах эти газы из ГФШ улавливали при их сушке и помоле [1]. Однако при транспортировке, хранении на территории предприятия и в фосфошлакоотвалах эти газы будут выделяться, поскольку скорлупы, где они находятся, при движении разрушаются.

В Казахстане и Киргизии на некоторых цементных заводах ГФШ используют в качестве гидравлических добавок или второго компонента при производстве цемента. Многие потребители фосфошлакосодержащих цементов жалуются, что при приготовлении на их основе бетонных смесей выделяется запах газов (в особенности сероводорода), у рабочих появляется тошнота и головокружение.

В связи с этим мы бы рекомендовали изъять из ГОСТ 3476-74 и ГОСТ 31108-2016 ГФШ, как материал для производства цементов.

Возникает законный вопрос: « Хорошо. Что дальше? – фосфошлакоотходы лежат, фосфорные заводы работают, выпускная ГФШ, при этом газы выделяются». Для этого у нас имеется наукоемкая и инновационная технология по переработке ГФШ с получением конкурентоспособных строительных материалов. При внедрении ее есть только одно условие: технологическая линия по производству строительных изделий должна находиться рядом с фосфошлакоотвалом, чтобы не транспортировать ГФШ. По этой технологии токсичные газы не только полностью нейтрализуются, а их продукты становятся активизирующими веществами фосфорношлаковых вяжущих.

Список литературы:

1. Дорфман Я.А., Полимбетова Г.С., Куатбаев К.К., Куракбаева Р.Х. Определение и удаление фосфина и фосфора из электротермофосфорного шлака // Тезисы докладов Шестой Всесоюзной конференции по фосфатам: «Фосфаты – 84», часть I, 1984. – Алма-Ата. – С.30

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ С ЦЕМЕНТАМИ МЕТОДОМ ОСАДКИ-МИНИ КОНУСА

Естемесов З. А., д-р техн.наук,
Сарсенбаев Б. К., д-р техн.наук,
Орынова А. Т., магистрант

Центральная лаборатория сертификационных испытаний строительных

материалов – ТОО «ЦЕЛСИМ»

Аннотация. В статье представлены результаты сравнительных исследований степени совместимости сульфонафталинформальдегидных и поликарбоксилатных суперпластификаторов с портландцементом по методике осадки мини-конуса. Изучено влияние вида и содержания суперпластификаторов на подвижность цементного теста, а также его сохраняемость с течением времени.

Ключевые слова: портландцемент, сульфонафталинформальдегидные суперпластификаторы, поликарбоксилаты, совместимость, подвижность.

В настоящее время в промышленности бетонов наибольшее распространение получили суперпластификаторы – поверхностно-активные вещества, зарекомендовавшие себя в качестве наиболее эффективных химических добавок. Бурное развитие производства данных видов модификаторов позволило достичь огромного прогресса при получении высокопрочных бетонов за счет повышения как реологических свойств бетонных смесей на стадии приготовления, так и технологических и эксплуатационных свойств бетонов.

Однако, несмотря на то, что история развития суперпластификаторов началась еще в 1930-ые годы, и на сегодняшний день получены высокоэффективные модификаторы, все же на практике возникают вопросы неэффективного применения добавок, т.е. проектируемые свойства бетонных смесей и бетонов не всегда удается достичь. В этой связи особенно актуален вопрос изучения степени совместимости добавок и цемента, а также эффективности их взаимодействия [1-3].

В целом, согласно требований GB 50119-2003, *совместимостью* добавок с цементами принято считать способность первых обеспечивать требуемые технологические эффекты с дальнейшим поддержанием их на заданном уровне определенное время. В работе [1] по признаку

реологической совместимости суперпластификаторы разделены на 3 степени: идеальные, нормальные и несовместимые.

На сегодняшний день существует множество различных методик, которые позволяют определить степень совместимости химических добавок с цементами.

В своей работе мы использовали самый простой и в то же время достоверный метод измерения осадки мини-конуса при постоянном В/Ц отношении, который впервые был применен канадскими учеными. Сущность данного метода заключается в определении расплыва конуса через 5 минут и через 60 минут после затворения с водой в зависимости от вида суперпластификатора и его содержания в цементном тесте. По результатам испытаний строятся кривые. Наилучшей степенью совместимости обладают те кривые, на которых через 60 минут после затворения с водой потеря расплыва конуса наименьшая, т.е. суперпластификатор обеспечивает продолжительное сохранение подвижности смеси.

В данной работе использовался один вид цемента, в частности портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н и 4 вида суперпластификатора, наиболее часто применяемые в производстве: СП-1 и Реламикс Т-2 (пр-во Россия), а также Master Rheobuild 910 и Master Glenium ACE47 (пр-во Германия). Для более достоверного анализа полученных данных также наблюдали расплыв конуса контрольных составов.

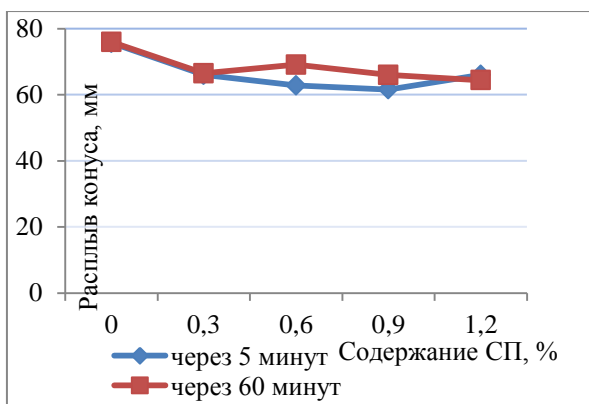


Рисунок 1 - ЦЕМ I 42,5 Н с добавкой СП-1

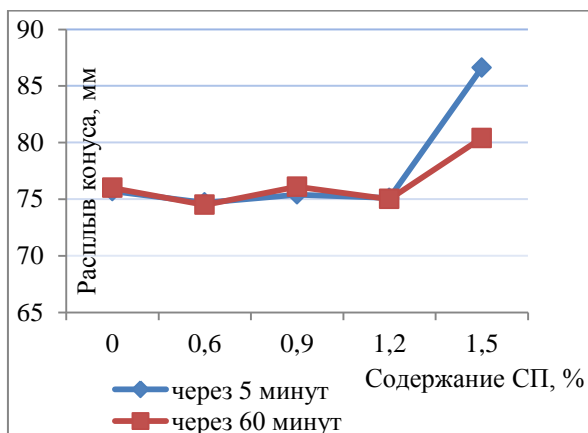


Рисунок 2 - ЦЕМ I 42,5 Н с добавкой Реламикс Т-2

По кривым, представленным на рисунках 1 и 2, можно сделать вывод, что добавки СП-1 и Реламикс Т-2 имеют достаточно хорошую совместимость с портландцементом ЦЕМ I 42,5 Н, так как подвижность смеси сохраняется даже спустя 60 минут. В частности, в отношении суперпластификатора СП-1 четко видна точка насыщения равная 0,3 %, первоначальный расплыв конуса достаточно высокий; при данной концентрации через 60 минут после затворения потеря расплыва конуса незначительна, что свидетельствует о хорошей совместимости СП-1 и ПЦ 500-Д0-Н.

Смеси с содержанием добавки Реламикс Т-2 от 0,6 % до 1,2 % также обладают хорошей сохраняемостью подвижности, расплыв конуса через 60 минут после затворения сопоставим с первоначальным расплывом через 5 минут.

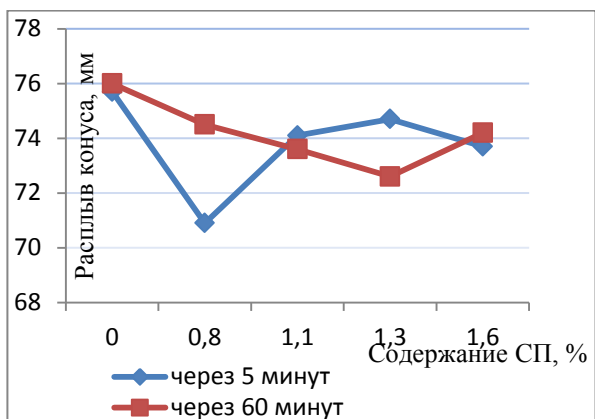


Рисунок 3 - ЦЕМ I 42,5 Н с Master Rheobiuld 910

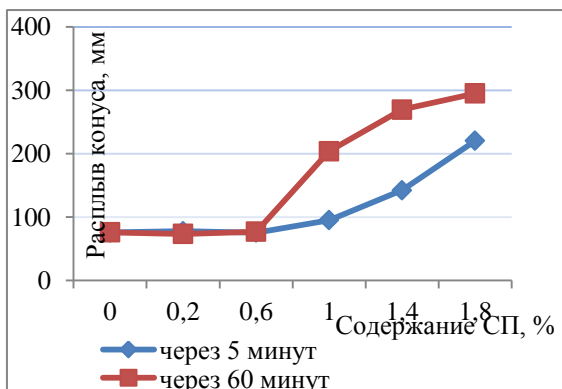


Рисунок 4 - ЦЕМ I 42,5 Н с Master Glenium ACE47

Анализируя данные, представленные на рисунках 3 и 4, видно, что, несмотря на большую разницу в расплавах конуса через 5 и 60 минут четко видно значительное увеличение подвижности смеси через 60 минут по сравнению с первоначальным значением. Данный факт объясняется тем, что добавки Master Rheobiuld 910 и Glenium ACE47 являются поликарбоксилатными, а как известно в присутствии добавок этой группы, эффект разжижения смеси с течением времени не уменьшается, как у большинства добавок на основе нафталин и меланин-формальдегидных смол, а наоборот значительно возрастает. Данный факт объясняется наличием поперечных связей, а также двух

или трехмерной формой молекул, в результате чего создается объемная адсорбционная оболочка вокруг частиц цемента.

Таким образом, полученные в работе результаты свидетельствуют о необходимости не только правильного подбора компонентов бетонной смеси при проектировании состава, но также учитывать совместимость конкретного вида суперпластификатора с данным видом цемента. В совокупности все эти факторы позволят улучшить реологических свойства бетонных смесей и технологические характеристики бетонов, а также повысить их долговечность.

Список литературы:

1. Ушеров-Маршак А., Гергичны З., Малолепши Я. Шлакопортландцемент и бетон – Харьков: «Колорит», 2004. – 159 с.
2. Циак М. О совместимости «цемент-добавка»/ Сб.: «Химические и минеральные добавки в бетон» - Харьков: «Колорит», 2005 – с. 40-44
3. Юай Юань, Ван Лин, Тянь Пе Высококачественный цементный бетон с улучшенными свойствами // Перев. с китайского Го Ли. Москва: ИАСВ, 2014 – 448 с.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОКОРАЗВИТОЙ ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛЬДОФОБНОГО ПОКРЫТИЯ БЕТОНА

Кожухова М.И., канд. техн. наук,
Фомина Е.В., канд. техн. наук,
Фомин А.Е., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье построена теоретическая модель формирования высокоразвитой иерархической структуры бетонных поверхностей со сверх-, супер- и льдофобными свойствами для дорожного строительства. Основные подходы базируются на модели Касси-Бакстера с учетом рационального выбора функциональных элементов поверхности цементобетона.

Ключевые слова: льдофобность, цементобетон, супер- и ультрагидрофобность, морфология, текстура, дорожные покрытия.

Последствия ледяных образований на поверхностях бетонов, используемых в дорожном строительстве, создают серьезную угрозу безопасности движения пешеходов и транспорта, способствуя росту физических травм и материальному ущербу. Кроме этого, происходит снижение долговечности и сокращение сроков эксплуатации цементобетонных поверхностей. В литературе термин «icephobicity» (льдофобность) определяется, как способность твердой поверхности отталкивать лед или предотвращать формирование льда ввиду определенной топографической структуры поверхности [1, 2].

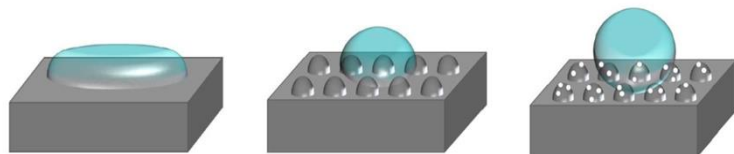
При создании льдофобной поверхности требуется выполнения нескольких функций. Эти функции заключаются во взаимодействии поверхности с твердым, жидким и парообразным состояниями воды. Первое условие заключается в низкой адгезионной силе льда на поверхности. Второе – способность поверхности отталкивать поступающие переохлажденные капли воды до их замораживания на поверхности. Третьим является способность вытеснять водный конденсат до того, как он подвергнется замораживанию в лед на поверхности из насыщенного пара.

Идеальная льдофобная поверхность должна предотвращать конденсацию воды, задерживать зарождение ледяных новообразований и иметь слабую адгезию со льдом. Шероховатые поверхности кристалла являются носителями большого количества активных центров,

образующих самые прочные водородные связи, в связи с чем их рост происходит очень быстро. Гетерогенное зарождение льда зародышем новой фазы происходит спонтанно и может быть инициировано посторонним объектом (например, частицей) в жидкой воде или паре, который выступает в качестве предпочтительного участка зародышеобразования [3]. В условиях насыщенного водяного пара инициаторами зародышеобразования на поверхности бетона могут выступать неоднородности (химические или морфологические). Следовательно, высокий краевой угол смачивания бетона не является залогом низкой адгезии льда. Помимо этого, известно, что скопление зарядов на кристалле, соприкасающегося с теплообменной поверхностью через неравномерный тонкий диэлектрический слой льда, вызывает силу зеркального отображения, которая совместно с силами адгезии удерживает кристалл на поверхности теплообмена. Понижение температуры вызывает увеличение адгезии льда. В литературных источниках отмечается, что супергидрофобные поверхности, покрытые политетрафторэтиленом с диэлектриком позволяют снизить эффект зеркального отображения и адгезию льда [4].

Создание оптимальных механизмов достижения высоких показателей водоотталкивания и льдофобности, вне всяких сомнений, вызывает огромный интерес в научном сообществе. Приоритет приобретают принципы природоподобия, исходя из которых, при построении супергидрофобной поверхности цементобетона следует базироваться на иерархической упорядоченной структуре [5]. Детализируя элементы иерархической структуры, необходимо учитывать, что бетон представляет собой пористо-капиллярный композит, состоящий из портландцементного вяжущего, воды, заполнителей и наполнителей. В результате чего размеры пор бетонной поверхности изменяются в диапазоне от нано- до миллиметров и представлены различными типами, возникающими в результате гидратационных процессов: захваченные и вовлеченные воздушные пустоты (размером до нескольких миллиметров в диаметре); капиллярные поры (несколько микрон в диаметре); наноразмерные гелевые поры [5]. Именно при контакте бетона с водой происходит абсорбция последней с имеющимися на поверхности порами за счет капиллярных сил. При этом, силы капиллярного взаимодействия напрямую зависят от значения поверхностного натяжения жидкости, определяющим параметром которого является краевой угол смачивания поверхности.

Существуют две аналитические модели, выражающие взаимосвязь таких параметров как шероховатость, краевой угол смачивания, гистерезис краевого угла, объясняющие влияние степени шероховатости на смачивающие свойства поверхностей, это модели Вензеля и Касси-Бакстера, отобразенные на рисунке 1.



Модель Юнга-Лапласа

Модель Вензеля

Модель Касси-Бакстера

Рисунок 1 - Модели смачивания шероховатой поверхности

Согласно модели Вензеля (рис. 2 а), смачивание происходит равномерно, ввиду того, что вода заполняет все поры и пустоты на поверхности. Модель показывает, как увеличивается площадь контакта поверхности с каплей воды и усиливается ее гидрофобность согласно уравнению:

$$\cos \theta = Rf \cos \theta_0 \quad (1)$$

где Rf – коэффициент шероховатости (отношение реальной площади подложки к ее проекции);

θ – контактный угол смачивания на шероховатой поверхности.

Модель Касси-Бакстера (рис. 2 б) учитывает, что воздух может быть вовлечен в пустоты и поверхностные поры и смачивание поверхности гетерогенное согласно уравнению:

$$\cos \theta = Rf f_{\text{тв. вод.}} \cos \theta_0 - (1 - f_{\text{тв. вод.}}) \quad (2)$$

где $f_{\text{тв. вод.}}$ – площадь контакта на границе «твердая поверхность – вода».

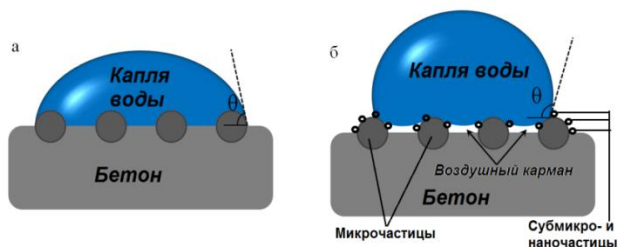


Рисунок 4 - Схема осаждения водных капель на шероховатой поверхности:

а – модель Вензеля; б – модель Касси-Бакстера

Следуя модели Касси-Бакстера (рис. 2 б), включающей полости или пустоты с воздушными карманами на поверхности цементобетона, они могут действовать сдерживающими факторами критических параметров на границе раздела «лед – поверхность цементобетона». Функциональными элементами для обеспечения данной модели иерархической поверхности могут выступать разноразмерные минеральные частицы силоксановой эмульсии [6], а так же фибровые волокна [5]. Кроме этого, волокна фибры имеют диэлектрическую проницаемость около 2 [7]. За счет синергетического эффекта воздушных карманов, а также диэлектрической проницаемости волокон на поверхности бетона возможно минимизировать зеркальные заряды льда, тем самым ослабить силы его адгезии.

Таким образом, при построении оптимальной теоретической модели упорядоченной иерархической структуры комплексного покрытия бетона, заведомо предполагается неспособность формирования ледяной корки на поверхности дорог и, как следствие, устраняется эффект «клеевого растрескивания», а также вызываемые им напряжения, являющиеся причиной дальнейшего разрушения бетонных дорожных конструкций. В общем виде разработка льдофобных покрытий в дорожном строительстве направлена на создание максимально безопасных и комфортных условий для движения транспортных средств и пешеходов.

Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-4762.2018.1.

Список литературы:

1. Zheng L. et al. Exceptional Superhydrophobicity and Low Velocity Impact Icephobicity of Acetone-Functionalized Carbon Nanotube Films // *Langmuir*. 2011. Vol. 27. pp. 9936–9943.
2. Кожухова М.И., Кнотько А.В. Экологические аспекты противогололедных и антиобледенительных реагентов для дорожных бетонов // Энерго- и ресурсосберегающие экологически чистые химико-технологические процессы защиты окружающей среды: сб. докладов междунар. науч.-технич. конф. // БГТУ им. В.Г. Шухова (Белгород, 24-25 ноября), Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. С. 472-477.
3. Шибков А.А., Желтов М.А., Золотов А.Е., Денисов А.А., Гребеньков О.В. Кинетика и морфология кристаллов льда, растущих в кинетическом режиме кристаллизации // *Вестник ТГУ*. 2012. т.17. № 5. С. 1390-1393.
4. Fu Q., Wu X., Kumar D., Ho J.W.C., Kanhere P.D., Srikanth N., Liu E., Wilson P., Chen, Z. Development of Sol-Gel Icephobic Coatings: Effect of

- Surface Roughness and Surface Energy // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2014. Vol. 6. Pp. 20685–20692.
5. Кожухова М.И., Фомина Е.В., Фомин А.Е. Фракталы как иерархический принцип организации в строительном материаловедении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 7. С. 18-23.
 6. Ogurtsova Y., Strokova V., Zhernovsky I., Kozhukhova M., Sobolev K., Maksakov A. The efficiency of SiO₂ based materials in granulated artificial aggregates Journal of the Society for American Music. 2014. T. 1611. № 2.
 7. Saleema, N., Farzaneh M., Paynter R.W., Sarkar D.K. Prevention of Ice Accretion on Aluminum Surfaces by Enhancing their Hydrophobic Properties // J. Adhes. Sci. Technol. 2011. Vol. 25. pp. 27–40.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОГО РЕАГЕНТА

Мандровский К.П., канд. техн. наук., доцент,
Садовникова Я.С., инженер

*Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)*

Аннотация. На основании разработанного авторами математического описания движения капель противогололёдного реагента по рабочему оборудованию и в воздушной среде в статье проведено исследование влияния конструктивных параметров (высота установки диска) рабочего оборудования и эксплуатационных параметров (частота вращения диска, давление подачи реагента, ветровая нагрузка) на радиус и форму зоны распределения реагентов по покрытию.

Ключевые слова: противогололёдный реагент, зона распределения, диск, моделирование.

Применяя разработанные авторами математические модели [1-3] движения капель противогололёдного реагента (ПГР) по рабочему оборудованию и в воздушной среде, рассмотрим влияние конструктивных параметров распределительного оборудования (высота диска над покрытием) и эксплуатационных параметров (давление подачи реагента, скорость и направление ветра, частота вращения диска) на основные характеристики процесса распределения ПГР. К этим характеристикам относятся радиус зоны распределения и характер её деформирования. У большинства применяемых машин для распределения реагентов высота диска над покрытием варьируется в диапазоне от 200 до 600 мм. На рис.1а продемонстрировано изменение радиуса обрабатываемой зоны при варьировании высоты диска (H).

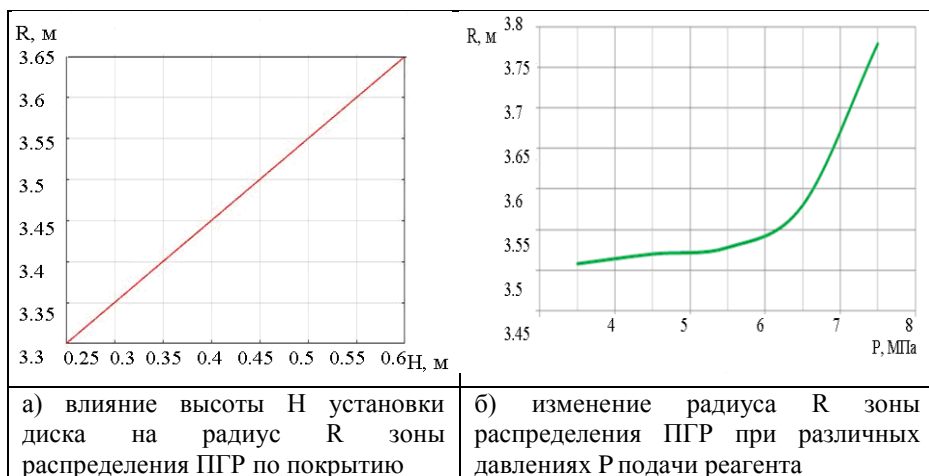


Рисунок 1 - Зависимость радиуса зоны распределения от высоты установки диска и давления подачи реагента

Давление, при котором реагент подаётся к форсункам на распределительный диск, определяется конструкцией гидравлической форсунки и требуемой шириной обрабатываемой полосы. Распределители реагентов оснащаются форсунками с рабочим давлением 0,4...0,8 МПа. Варьирование давления Р подачи реагента от 0,4 МПа до 0,8 МПа при постоянном значении скорости движения машины, частоты вращения диска и направлении ветра сопровождается изменением радиуса зоны распыления, проиллюстрированным на рис. 1б. Полученные зависимости свидетельствуют о том, что особенности конструкции и расположения рабочего оборудования являются основными конструктивными факторами, определяющими производительность машин для распределения ПГР.

Адекватная оценка качества распыления и производительности машин для противогололёдной обработки невозможна без учёта метеорологических условий [4-6]. Особенную актуальность это представляет для аэродромных машин, работающих в условиях значительной ветровой нагрузки. Влияние на дальность полёта капель ПГР скорости ветра как метеорологического параметра внешней среды, в которой рассматривается эксплуатация машины, показано на рис. 2. Прочие параметры рабочего оборудования приняты за постоянные величины.

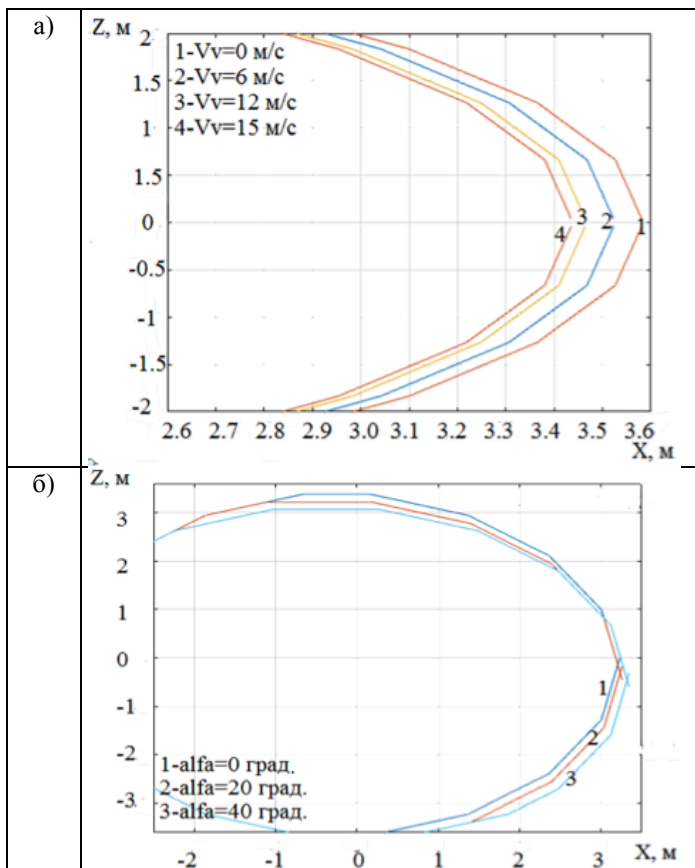


Рисунок 2 - Влияние: а) скорости ветра на форму зоны распределения ПГР; б) направления ветра на форму зоны распределения ПГР

Характер изменения формы зоны при различном направлении ветра можно проследить, используя рис. 2. Так как направление ветра постоянно меняется, и мелкомасштабные изменения в движении воздушных масс предсказать и оценить затруднительно, проведено исследование влияния ветра, направленного к оси X под углом $\alpha=0$ град., 20 град., 40 град., при этом $V_v=9$ м/с. Ось X перпендикулярна направлению движения машины. Ось Z параллельна направлению движения машины. К эксплуатационным факторам помимо скорости и

направления ветра можно отнести частоту вращения распределительного диска n (мин^{-1}). Данный параметр зависит от мощности двигателя машины, характеристик гидропривода диска. Помимо того, при назначении частоты вращения диска принимается во внимание рабочая скорость машины. Моделирование частоты вращения диска в диапазоне средних значений для распределителей реагентов от 300 мин^{-1} до 375 мин^{-1} и вызванное этим изменение ширины обрабатываемой полосы отображено на рис. 3. При этом прочие параметры рабочего оборудования и базового шасси не изменялись.

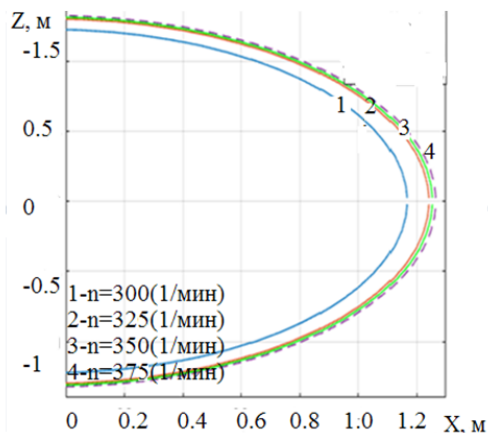


Рисунок 3 - Изменение зоны распределения ПГР в зависимости от частоты вращения диска n ($1/\text{мин}$)

Выводы и результаты.

1. Установлено, что радиус зоны распределения прямо пропорционален высоте диска на покрытие (рис. 1а).

2. При назначении $P=4...6.5$ МПа радиус зоны и, следовательно, ширина обрабатываемой полосы меняется несущественно. Дальнейший рост величины P_0 приводит к значительному увеличению размеров зоны обработки (рис. 1б).

3. Моделирование скорости ветра (рис. 2), свидетельствует о существенных деформациях наветренной части зоны, степень которых возрастает с усилением ветра. При $V_v=0,1...3$ м/с отклонение формы зоны мало отличается от формы, образованной при $V_v=0$ м/с. Скорость ветра $V_v=0...6$ м/с не приводит к существенным изменениям формы зоны.

4. Варьирование α от 0 град. до 40 град. приводит к характерному отклонению формы зоны распределения ПГР. При этом деформации подвергается лишь та часть полукруга, на которую действует ветер.

5. При варьировании частоты вращения приводного вала диска в диапазоне стандартных значений, характерных для РО распределителей реагентов, установлено, что с изменением величины n от 300 мин⁻¹ до 325 мин⁻¹ происходит значительное увеличение ширины полосы обработки покрытия жидким ПГР, дальнейшее увеличение n также вызывает незначительное возрастание радиуса зоны (рис. 3).

Список литературы:

1. Мандровский К.П., Садовникова Я.С. Влияние скорости машины на равномерность распределения противогололёдных реагентов // Механизация строительства. 2018. – Т. 79. – № 4. – С. 60-64.
2. Mandrovskiy K.P., Sadovnikova Y.S. Characteristics of the droplet motion of a liquid antifreeze reagent. Magazine of Civil Engineering. - 2018. - No. 03. - Pp. 14–26. doi: 10.18720/MCE.79.2
3. Мандровский К.П., Садовникова Я.С. Уточнение характеристик движения жидкого реагента по диску при распылении форсункой // Интерстроймех–2018: сборник докладов XXI Международной научно-технической конференции. – 2018. – С. 110-114.
4. Мандровский К.П., Садовникова Я.С. Разработка концепции системы контроля качества противогололёдной обработки дорожных и аэродромных покрытий // Журнал автомобильных инженеров. – 2018. №2 (109) - С.46-50.
5. Мандровский К.П., Садовникова Я.С. Предпосылки к разработке методики обеспечения эффективности противогололёдной обработки покрытий // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2018. – №3(54). – С.54-61.
6. Виноградов А.Г. Врахування аеродинамічного коефіцієнта при математичному моделюванні руху крапель води в повітрі // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія Машинобудування. – 2011. – № 63. – С.264-267.

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Траутвайн А.И., канд. техн. наук, доцент,
Евженков А.Г., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Система дозирования компонентов по массе не дает гарантии получения готовой асфальтобетонной смеси со схожими физико-механическими характеристиками от замеса к замесу. Это связано с тем, что количество щебня, обладающего большой плотностью, потребуется значительно меньше в составе асфальтобетонной смеси, чем щебня с маленькой плотностью. Аналогичная картина и с остальными инертными материалами: песком, минеральным порошком. Последствием такого дозирования приводит к получению асфальтобетонных смесей, имеющих различную удельную поверхность минеральной составляющей. Более того, такие смеси требуют корректировки количества вяжущего материала.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, контроль качества, физико-механические характеристика, производство, технологический процесс, транспортировка, укладка

Улучшение качества дорог имеет целью повышение производительности работы автомобилей, скорости доставки грузов и перевозки пассажиров, комфортабельности и безопасности движения и снижение себестоимости перевозок.

Длительное время в дорожном строительстве преобладали пассивные методы контроля качества, заключающиеся в сборе информации, главным образом, о качестве материалов, технологических операциях и частично об эксплуатационном состоянии покрытий и одежд. Собиралась и накапливалась такая информация недостаточно системно, без глубокого анализа, главное - при этом очень мало внимания уделялось корректирующим воздействиям. Пассивные методы контроля качества продукции обуславливались многими причинами, основные из которых: невысокие требования к основным параметрам дорог, а также недостаточные уровень проектной документации, оснащенность дорожно-строительных предприятий, организационно-технические возможности управленческих процессов и отсутствие стандартов [1-4].

На сегодняшний день строительство автомобильных дорог претерпевает существенные изменения. Увеличились требования к качеству выполнения дорожно-строительных работ, внедряются новые технологии производства и дорожно-строительные материалы, усовершенствованные технические и технологические решения при проектировании, а также методы контроля качества выполненных работ, в том числе, с учетом зарубежных разработок. Высокие требования к элементам автомобильных дорог и их обустройству, к материалам и технологическим процессам связано с необходимостью повышения безопасности движения транспорта. Все это приводит к тому, что одной из основных задач при строительстве автомобильных дорог является ее контроль качества.

Более того, существующая нормативная документация устарела, а требует гармонизации с отечественными и зарубежными стандартами при участии научно-исследовательских лабораторий [3-6].

Взаимосвязь между качеством автомобильной дороги и исходными свойствами асфальтобетонной смеси очень высокая. Исходя из этого, необходимо управлять физико-механическими характеристиками исходной смеси. В первую очередь необходимо иметь полную информацию о качестве всех исходных материалов: минеральных и органического вяжущего.

При выполнении работы для проектирования асфальтобетонной смеси использовали гранулометрические характеристики материалов, изученных ранее. Подробный анализ этих данных для данного исследования не информативен, так как качественный и количественный составы смесей были аналогичны друг другу.

Известно, что на качество асфальтобетона оказывают существенное влияние характеристики ее компонентов – песка (П), щебня (Щ), минерального порошка (МП), битума (Б) и добавок (Д). Изменения свойств готового продукта будут очевидны при использовании различных материалов. Однако при производственном процессе асфальтобетонных смесей на АБЗ при условии использования идентичных исходных компонентов возможны расхождения в результатах основных свойств. Экспериментальные исследования представляют возможность сформировать основные показатели качества компонентов асфальтобетонной смеси и параметры технологического процесса, которые влияют на свойства асфальтобетонной смеси [6-7].

Далее представлены физико-механические характеристики асфальтобетонных смесей 4-х замесов в таблице 1. При этом при

приготовлении асфальтобетонной смеси соблюдалась полная точность дозирования исходных материалов.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики асфальтобетона

Наименование показателей	Ед. изм.	Требования ГОСТ 9128-2013	Показатели свойств асфальтобетона, № замеса			
			1	2	3	4
Средняя плотность	г/см ³	-	2,36	2,36	2,34	2,35
Набухание, по объему	%	-	1,32	1,30	1,34	1,34
Водонасыщение, по объему	%	1,5-4,0	4,58	4,32	4,66	4,45
Предел прочности при сжатии						
- при 20 °С	МПа	2,0 не менее	3,89	4,05	3,79	3,82
- при 50 °С	МПа	0,9, не менее	1,4	1,42	1,35	1,35
- водонасыщенных	МПа	-	3,74	3,77	3,60	3,62
Сдвигоустойчивость по:						
- коэффициенту внутреннего трения		0,8, не менее	0,75	0,75	0,73	0,73
- сцепление при сдвиге	МПа	0,34, не менее	0,40	0,43	0,38	0,40
Водостойкость		0,75	0,96	0,93	0,95	0,95

Исходя из представленных данных видно, что замесы асфальтобетонных смесей идентичного состава, выполненные на заводе в один день, могут иметь различные физико-механические характеристики. Это свидетельствует о том, что контроль параметров производственного процесса не эффективен. Это связано в первую очередь с неоднородностью материалов, а также широким диапазоном варьирования гранулометрического состава исходных материалов по ГОСТ 9128-2013 [9].

Неоднородность физико-механических характеристик также связана с исходными свойствами инертных материалов, отличающихся

по свойствам в различных слоях конусах открытой площадки хранения. Материалы различных слоев не только отличаются гранулометрией, но и чистотой поверхности, влажностью, наличием различных примесей. Аналогичная картина наблюдается в складах хранения битума. Вяжущее различных слоев отличается своей вязкостью, а, следовательно, степенью обволакивания инертных материалов при перемешивании в смесителе.

Система дозирования компонентов по массе не дает гарантии получения готовой асфальтобетонной смеси со схожими физико-механическими характеристиками от замеса к замесу. Несовершенство данной технологии связано с тем, что плотность исходных материалов различных месторождений значительно изменяется. Асфальтобетонные смеси на исходных материалах идентичного гранулометрического состава, но различного происхождения будут обладать физико-механическими характеристиками существенно отличающимися друг от друга. Это связано с тем, что количество щебня, обладающего большой плотностью, потребуется значительно меньше в составе асфальтобетонной смеси, чем щебня с маленькой плотностью. Аналогичная картина и с остальными инертными материалами: песком, минеральным порошком. Последствием такого дозирования приводит к получению асфальтобетонных смесей, имеющих различную удельную поверхность минеральной составляющей. Более того, такие смеси требуют корректировки количества вяжущего материала.

Таким образом, система контроля производства асфальтобетонных смесей весьма несовершенна и требует существенных изменений.

Исходя из этого, необходимо разработать методы и модели, направленные на выявление причин выпуска дефектной продукции, и определить способы их устранения в соответствии с характеристиками агрегатов.

Список литературы:

1. Ивахненко А. М. Автоматизация системы контроля качества при производстве асфальтобетонных смесей //Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2008. №. 2. С. 70-73.\
2. Остроух А. В. Автоматизация управления технологическими процессами асфальтобетонного завода //In the World of Scientific Discoveries/V Mire Nauchnykh Otkrytiy. 2015. Т. 66. №. 6.
3. Доценко А.И., Усачев Е.С. К вопросу о концепции управления качеством изделия. М.: МИКХиС, 2004. С. 45–51.

4. Доценко А.И., Римкевич С.В. Общие принципы построения комплексной системы управления качеством асфальтобетона // Академия проблем качества Российской Федерации, Московский государственный строительный университет механизации и автоматизация строительства и строительной индустрии. Сб. науч. тр. № 1. М., 2004. С. 73–78.
5. Суворов Д.Н., Хакимов З.Л., Чангиева М.Э. Автоматизация оперативного управления гранулометрией и долей битума в производстве асфальтобетонной смеси // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2009. № 3. С. 106-109.
6. Траутвайн А. И., Яковлев Е.А., Силко А.А. Взаимосвязь деформативной устойчивости асфальтобетонных покрытий и основных свойств органических вяжущих материалов // Известия ВУЗов. Строительство. 2017. № 9 (705). С. 50-59.
7. Сливин Д.А. Оптимизация процесса уплотнения асфальтобетонных покрытий // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли Юга России материалы IV Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 2010. С. 105-111.
8. Кудрявцев А. Ю. Контроль качества продукции асфальтобетонного завода // Информационные системы и технологии. – 2011. Т. 67. №. 5. С. 25-28.
9. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. Введ. 01.01.2013. М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2013. 39 с.

7. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В СТРУЙНОЙ МЕЛЬНИЦЕ

Кравченко А.А., аспирант,
Секретарев Е.А., аспирант,
Толмачева А.В., магистрант,
Колтунов А.В., студент,
Карпачев Д.В., канд. техн. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрены основные направления развития и совершенствования струйных мельниц, используемых для тонкого и сверхтонкого измельчения с более высокими качественными характеристиками готового продукта по дисперсности и равномерности гранулометрии.

Ключевые слова: струйная мельница, высокоскоростное самоизмельчение, помольная камера.

Анализ состояния техники измельчения и конструкций помольных агрегатов для тонкого и сверхтонкого измельчения позволяет сделать вывод о том, что несмотря отдельные преимущества, заложенные в конструкции конкретных измельчителей, ни один из них не может удовлетворить главному требованию к мельницам – минимальное загрязнение измельчаемого материала продуктами износа (износ мелющих тел и футеровок корпусов мельниц), которое в ряде случаев определяет саму возможность применения таких тонкоизмельченных материалов.

Избежать этого недостатка можно лишь с помощью реализации принципа самоизмельчения, т.е. измельчением материала самим же материалом путем высокоскоростного удара. Высокоскоростное самоизмельчение позволяет устранить ряд недостатков, присущих оборудованию для тонкого и сверхтонкого помола, а наиболее перспективным оборудованием для его реализации являются струйные измельчители [3, 6, 7, 8].

Первые конструкции струйных мельниц были запатентованы еще в 1880 году. Однако из-за несовершенства первоначальных конструкций и необходимости применения износостойких материалов в некоторых узлах широко их стали применять лишь с середины 40-х годов прошлого столетия.

Струйные мельницы являются разновидностью ударных измельчителей и состоят из разгонного аппарата (одного или нескольких), в котором струя газа-энергоносителя сообщает скорость частицам обрабатываемого материала, и камеры, в которой происходит взаимодействие потоков материала либо со специальными отбойными поверхностями, либо между собой. В качестве энергоносителя в струйных мельницах чаще всего применяют воздух, реже – инертный газ, водяной пар, продукты сгорания. Высокие скорости измельчения обуславливают высокую дисперсность конечного продукта.

Эти мельницы, не имеющие движущихся частей, просты по конструкции и характеризуются большой скоростью процесса измельчения при высокой удельной производительности. Так как измельчающей средой является сам продукт измельчения, то в результате уменьшается удельный износ мелющих тел и загрязнение измельченного материала продуктами износа, увеличивается долговечность мельницы. Кроме того, уменьшаются их размеры, появляется возможность использовать для изготовления или футеровки рабочих поверхностей разгонных трубок и камеры измельчения высокопрочные материалы, износ которых весьма незначителен, но которые из-за их высокой стоимости и крупности не могли быть использованы в обычных мельницах.

Струйный помол дает возможность сочетания помола и разделения со смешением, сушкой и другими технологическими процессами. А работа в замкнутом цикле обеспечивает минимальное выделение пыли в окружающую среду.

В настоящее время известно большое количество струйных мельниц различных типов, отличающихся как видом энергоносителя (воздухоструйные, пароструйные и газоструйные), так и по технологическому назначению (с последовательным измельчением и разделением и с совмещенным измельчением и разделением, осуществляемыми одновременно в одной камере). Но чаще всего струйные мельницы классифицируют по конструктивному признаку, т.е. по типу помольной камеры:

- аппараты с плоской горизонтальной помольной камерой;
- измельчители с трубчатой вертикальной помольной камерой;

- струйные мельницы комбинированной конструкции;
- мельницы с противоточной камерой.

Различные конструкции струйных мельниц нашли своё место во многих отраслях промышленности. Однако, это утверждение в меньшей степени относится к противоточным струйным мельницам. Их широкому внедрению в промышленность препятствовало конструктивное несовершенство существующих установок. Хотя, если будут созданы достаточно эффективные и надёжные противоточные струйные мельницы, они будут конкурентоспособными с другими традиционными измельчителями, которые используют для сверхтонкого помола.

Одним из направлений развития таких измельчителей является повышение удельной производительности, уменьшение удельного расхода энергоносителя и износа рабочих элементов. При этом следует уделить повышенное внимание оптимизации процесса движения частиц материала, не только на участке их разгона, но и в самой помольной камере, а также времени их нахождения в рабочей зоне установки. Решение данной задачи позволит существенно повысить производительность струйных противоточных мельниц, и снизить энергозатраты на измельчение.

Таким образом, создание конструкции струйного противоточного измельчителя, который бы удовлетворял всем требованиям, предъявляемым к такому классу мельниц, и методики обоснования аэродинамических процессов на стадии измельчения частиц является важной научной задачей и имеет практический интерес в области производства строительных материалов, в частности при получении высокодисперсных порошков глины, используемых в технологии тонкой технической керамики.

При исследовании процессов, происходящих в струйной мельнице, рассматривалась следующая задача: взаимодействие двухфазных струй, направленных навстречу друг другу.

К настоящему времени современной газодинамикой и, в частности, теорией турбулентных струй, достаточно широко исследованы однофазные и двухфазные газовые струи [1, 2, 9]. Не так давно, при решении подобного рода задач, применялись приближенные методы решения, позволяющие получать практически приемлемые результаты. Так, одним из основоположников и создателей струйной помольной техники в России Акуновым В.И., разработана теория струйных мельниц, основные выводы которой базируются на теоретических посылах гидродинамики. При этом энергетическое представление о

струйных процессах позволило установить основные количественные зависимости параметров свободных и стесненных струй, а также эжекторов. Газовая струя, несущая твердую фазу, представлена разбитой на четыре участка различной структуры, в том числе с различной формой поверхности раздела. Такое энергетическое истолкование процесса струеобразования обладает некоторыми преимуществами по сравнению с предложенным Голеевским А.А. [5] методом, при котором участки струи характеризуются величиной коэффициента увлечения.

С помощью. Предложенной Акуновым В.И. теории были получены критический весовой расход твердой фазы, предельное и оптимальное значение её концентрации в зависимости от скорости газа и плотности частиц, критический расход газовой фазы [3, 4]. В целом эта методика расчета эжекторов дает результаты, достаточно хорошо приближающиеся к экспериментальным, в силу того, что как раз результаты экспериментальных исследований и служили отправными данными.

Однако следует отметить, что для расчета основных конструктивных параметров эжекторного узла противоточной струйной мельницы, предложены выражения, увязанные с производительностью мельницы, выведенные на основе экспериментальных данных, которые не вполне согласуются с теоретическими посылками. При этом отметим, что размеры помольной камеры являются функциями диаметра разгонных трубок [3, 4].

На наш взгляд, целесообразно определять конструктивные параметры помольной камеры, а также диаметр, длину разгонных трубок и основные поперечные сечения эжекторного узла исходя из газодинамических параметров, получаемых на основе двухскоростной модели течения смеси газа и твердых частиц.

Работу эжекторов струйной мельницы можно анализировать, используя методику, предложенную Баулиным К.К., и уточненную для расчета пневмотранспортных установок Успенским В.А. [10]. На основании выполненных исследований была предложена методика определения оптимальных параметров помольного узла струйной мельницы. Методика расчета состояла из ряда трудоемких этапов. На одном из таких этапов было получено уравнение, выражающее взаимосвязь конструктивных и режимных параметров эжекторов, и являющееся его характеристикой [6].

Однако следует отметить, что все упомянутые теории, в основном ограничивались рассмотрением процессов, протекающих в эжекторных

узлах струйных мельниц. Процессы, протекающие непосредственно в помольной камере и узлах, примыкающих к ней, в виду сложности обычно не рассматриваются. Между тем в теории струйным мельниц этот вопрос является одним из основных.

Следовательно, решение вопроса повышения качественных показателей процесса измельчения в противоточной струйной мельнице и снижение энергетических затрат лежит в области теоретического обоснования и экспериментальной проверки конструктивно-технологических параметров помольной камеры и уздов, примыкающих к ней.

Список литературы:

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика: 3-е изд. М.: Изд-во Наука, 1969. 824 с.
2. Абрамович Г.Н. Теория турбулентных струй. М.: Физматгиз, 1960. 824с.
3. Акунов В.И. Струйные мельницы: 2-е изд. М.: Машиностроение, 1967. 257 с.
4. Акунов В.И. Струйные мельницы. Элементы теории и расчета. М.: Машгиз, 1962. 264 с.
5. Голеевский А.А. Вопросы механики струйного движения жидкостей и газов. М.: Машгиз, 1957. 824 с.
6. Горобец В.И., Горобец Л.Ж. Новое направление работ по измельчению. М.: Недра, 1977. 183 с.
7. Карпачев Д.В., Уваров В.А., Булгаков С.Б. К вопросу об определении энергии, затрачиваемой на измельчение материала // Актуальные проблемы современного строительства: сб. докл. 55-ой Междунар. науч.-техн. конф. молод. учён. (аспир., докторантов). СПб.: Изд-во СПбГАСУ, 2001. Ч.1. С.35-38.
8. Карпачев Д.В. Совершенствование технологии измельчения и обогащения рудных и нерудных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С.103-107.
9. Логачев И.Н., Семикопенко И.А., Смирнов Д.В. Закономерности движения крупных частиц измельченного материала в криволинейном патрубке возврата дезинтегратора // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №12. С.159-162.
10. Успенский В.А. Пневматический транспорт материалов во взвешенном состоянии. Свердловск-М.: Metallurgizdat, 1952. 152 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ СТРУЙНОГО ДИСПЕРГАТОРА

**Кравченко А.А., аспирант,
Лихонина Е.И., магистрант,
Секретарев Е.А., аспирант,
Толмачева А.В., магистрант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Указаны параметры, определяющие эффективность процесса струйного измельчения. Представлен ряд положений, формирующих подход при конструировании струйного диспергатора сырьевых материалов различного спектра назначения.

Ключевые слова: Струйный диспергатор, двухфазный поток, селективное измельчение

Эффективность измельчения в струйных установках определяется как физико-механическими, так и аэродинамическими условиями. Последние, в свою очередь, зависят от конструктивных параметров элементов измельчительной установки. Поэтому при проектировании струйных измельчителей наряду с определением вида энергоносителя и варианта его источника необходимо выбирать конструктивные и режимные параметры мельницы и пылеулавливающих устройств.

Существующие методики расчета конструктивных параметров таких аппаратов, в основном базируются на экспериментальных данных и не учитывают физико-механических свойств измельчаемого материала, его гранулометрический состав, двухфазный состав измельчаемого потока [1, 2].

Для расчета аэродинамических и конструктивных параметров струйных мельниц следует рассмотреть поведение частиц в условиях протекания процесса измельчения. Кроме этого, интерес представляет изучение поведения газоматериального потока при столкновении со встречным потоком или неподвижным препятствием с высокой скоростью [3, 4].

Качество получаемых порошков, определяемое в первую очередь гранулометрическим составом, напрямую зависит от типа струйного измельчителя. Тонкость получаемого в противоточных струйных мельницах продукта несколько грубее, чем в мельницах с трубчатой и плоской помольной камерой. Однако, при доведении конструктивных и технологических параметров струйных мельниц до рациональных

значений, качественные показатели получаемого в них продукта можно существенно повысить.

Подход при конструировании струйного диспергатора должен складываться из следующих положений.

1. Достижение максимально возможной производительности. Производительность струйных противоточных мельниц может достигать до 160 т/ч и более, что значительно превышает производительность любого другого типа струйных измельчителей.

2. Струйный диспергатор должен удовлетворять требованию достижения наименее возможных энергозатрат на измельчение. Энергозатраты в струйном диспергаторе, работающем в замкнутом цикле, складываются из затрат энергии на разгон частиц материала, т.е. на энергоноситель (например сжатый воздух, вырабатываемый компрессором) и затрат энергии на сепарацию и отсос отработанных газов на очистку в фильтры. Как правило, мощность, затрачиваемая на привод сепаратора и вентилятора на порядок меньше мощности привода компрессора. Следовательно, расход воздуха должен быть минимально возможным. Расход энергоносителя, в свою очередь, зависит от диаметра подающих сопел и их количества (при условии постоянства давления). В отличие от прочих конструкций струйных измельчителей, противоточная мельница имеет два сопла, а при наличии отбойной плиты – одно, что можно отнести к ее преимуществам.

3. Учитывая высокую скорость измельчаемого потока (более 200 м/с) в помольной камере струйных измельчителей немаловажным является вопрос подбора футеровочных материалов. При их высокой стоимости необходимо стремиться к уменьшению рабочих поверхностей, подвергающихся футеровке.

4. Возможность организации в противоточных струйных мельницах селективного измельчения материала одновременно с выводом одного из компонентов из зоны измельчения для снижения степени загрязненности получаемых тонкодисперсных порошков нежелательными примесями трудноразмалываемых частиц.

Список литературы:

1. Акунов В.И., Буслаева И.Ж. Закономерности измельчения строительных материалов на противоточной струйной мельнице // Цемент. 1988. №1. С.20-23.
2. Акунов В.И. Газодинамика помольной камеры противоточной струйной мельницы // Научные труды. НИИЦемент. 1982. С.111-116.

3. Богданов В.С., Булгаков С.Б., Карпачёв Д.В., Семикопенко И.А. Получение сверхтонких порошков в струйной противоточной мельнице // Проблемы производства и использования мела в промышленности и сельском хозяйстве: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. С.29-32.
4. Хлудеев В.И., Уваров В.А., Воронов В.П., Карпачев Д.В., Поздняков С.С. Расчет эффективного взаимодействия измельчаемых материалов в помольной камере противоточной струйной мельницы // Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: сб. науч. тр. / Белгород: Изд-во БГТУ, 2004. С.46-50.

ВОЗМОЖНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ПЕРИОД ПУСКА НОВОЙ ЛИНИИ СУХОГО СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА

Мишин Д.А., канд. техн. наук, доцент,

Черкасов А.В., канд. техн. наук, доцент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы, связанные с проблемой пуска цементного завода сухого способа производства, при ошибках в монтаже оборудования или строительстве капитальных зданий и сооружений которые отражаются в дальнейшем на этапе пуска завода и в дальнейшем на эксплуатацию технологической линии.

Ключевые слова: Цементный завод по сухому способу производства, пуск завода, сырьевые материалы, клинкер, цемент, угольное топливо.

Строительство новых цементных заводов по сухому способу производства, получил в настоящее время самое большое распространение в России и странах СНГ, так большая часть предприятий выпускают цемент по мокрому способу, являющимся более энергоемким. Все этапы строительства и монтажа оборудования являются важными. Ошибки в монтаже оборудования или строительстве капитальных зданий и сооружений отражаются в дальнейшем на этапе пуска завода и в дальнейшем на эксплуатацию технологической линии.

Таким образом, целью работы является освещение некоторых проблем пуска завода на некоторых переделах технологической линии.

Первый пуск завода следует проводить до начала периода установления отрицательных температур окружающей среды. Это связано с тем, что довольно часто основным проектировщиком является заграничная фирма, у которой отсутствует опыт проектирования цементного завода и его пуска при погодных условиях, соответствующих России и стран СНГ. Кроме этого заказчик строительства завода, также в большинстве случаев не имеет такого опыта. Это приводит к срывам пуска завода из-за неготовности оборудования к работе в таких условиях. Опыт работы современных заводов сухого способа производства, показывает, что пусковые работы завода занимают продолжительное время от полугода до 2 лет. В некоторых случаях из-за проблем, связанных с ошибками в проектировании, предприятие работает с перебоями вплоть до

проведения реконструкции проблемного узла оборудования или части технологической линии.

Проведение пуска завода в период наступления отрицательных температур в дневное и ночное время, чревато смерзанием сырьевых материалов на складе, в транспорте при их транспортировке, образование конденсата и его замерзания в бункерах и т.д. В случае, когда рабочим телом системы охлаждения оборудования является вода, то ее необходимо заменить, на жидкость с более низкой температурой замерзания, чтобы исключить разрыв трубок при выходе из строя насоса в период длительного простоя оборудования в периоде между пусками.

Производство портландцемента включает ряд технологических операций:

- 1) приготовление сырьевой смеси заданного химического состава и поддержание его постоянства;
- 2) обжиг сырьевой смеси в печи;
- 3) измельчение клинкера совместно с гипсом и активными минеральными добавками.

При использовании пластичных сырьевых материалов (глины и суглинки) без использования сушки, возникает проблема их дозировки из бункера сырья на весовой дозатор. Влажный материал налипает на транспортер, замазывает ленту, куски материала могут попасть между звездочкой и цепью, а в зимний период происходит смерзание материала, что приводит к повышению крупности подаваемого материала и нарушению режима работы взвешивающего элемента.

Для стабильной работы, при повышенной влажности связанной с сезонными условиями, необходимы конструктивные изменения разгрузочной части бункера, необходимо предусмотреть установку антиадгезионных покрытий, для работы в зимний период установить греющий кабель по периметру бункера и его теплоизоляцию.

Точность работы дозирующих устройств перед сырьевыми мельницами, позволяет осуществлять регулирование и корректирование химического состава сырьевых компонентов путем изменения состава порций. Состав сырьевой смеси и клинкера задается значениями коэффициента насыщения, силикатного и глиноземного модулей.

Сушка сырья, при неработающей печи, происходит горячими газами от генератора горячих газов. Для устойчивой работы генератора горячих газов, работающего на дизельном топливе, необходимо установить кран для плавного регулирования подачи топлива (при его отсутствии) на горелку в помещении, где установлена топка. Для

возможности нормальной работы топки в зимнее время необходимо обеспечить обогрев помещения, в котором находится бак с топливом. В помещении должна поддерживаться температура не ниже $+5^{\circ}\text{C}$. При охлаждении уже до $+5^{\circ}\text{C}$ вязкость дизельного топлива повышается, ее продвижение по трубопроводу ухудшается, и нарушается стабильность подачи топлива в горелку теплогенератора. Трубы, ведущие к горелке теплогенератора, должны быть обязательно утеплены.

В период пусковых работ часто возникают проблемы с транспортировкой готовой сырьевой смеси в аэрожелобах. Аэрожелоб предназначен для транспортирования со скоростью 2 - 4 м/с сыпучих материалов в направлении действия силы тяжести под углом $4-10^{\circ}$ к горизонту. *Аэрожелоб* длиной до 40 м обслуживается одним вентилятором с полным напором до 400 - 500 мм вод. ст. При большей длине транспортирования необходимо устанавливать дополнительные вентиляторы из расчета один вентилятор на каждые 40 м длины. Возможна установка дополнительных вентиляторов на случай поломки одного, т.к. это приводит к остановке технологической линии.

Для обеспечения надежной работы пневматических транспортных желобов необходимо обратить внимание на качество монтажа аэрожелоба. Секции должны быть состыкованы так, чтобы не было щелей, как по наружной поверхности сочленения секций, так и в месте стыковки поперечных пористых перегородок, делящих короб на два потока. При обнаружении щели внутри короба через технологический люк, следует рассоединить все секции и заново собрать аэрожелоб, исправляя обнаруженные неплотности, порывы ткани и т.д. При пуске аэрожелоба возможно образование пробки материала после длительного простоя аэрожелоба в результате конденсата, скапливаемого на пористой перегородке, что увеличивает ее сопротивление. В результате плохой продуваемости перегородки материал в месте, где уже не происходит аэрация слоя материала в должной мере, происходит торможение движущего слоя и происходит заполнение поперечного сечения желоба материалом, который движется сверху. Представителями нескольких заводов отмечалось, что как только аэрожелоб прогревался, он начинал стабильно работать. В связи с этим можно рекомендовать предварительную просушку аэрожелоба теплым воздухом, подаваемым через вентилятор аэрожелоба или проведение его предварительного прогрева тепловым электрическим кабелем, обмотанным вокруг короба.

Использование в качестве основного топлива угля, увеличивает вероятность взрыва угольного порошка или возгорания в бункере при длительном его хранении, особенно при высоком содержании летучих.

При высоком содержании летучих в топливе целесообразно увеличить влажность угольного порошка более 2% для снижения вероятности его взрыва или возгорания. Перед остановкой печи угольный порошок должен быть выработан из расходного силоса угольного топлива и всех бункеров. После проведения сварочных работ на угольных трактах обязательно должна быть проведена тщательная уборка ремонтируемого места (вплоть до уборки промышленным пылесосом) для удаления горячих частиц металла и шлака, которые могут провоцировать возгорание угольного порошка и его взрыва. Все оборудование, перемещающее пылевидное угольное топливо, не должно при трении движущихся частей создавать искры, от которых легко возгорается угольный порошок. Самовоспламенение и большая удельная поверхность делают пыль взрывоопасной при появлении искры механического или электрического происхождения.

Наиболее частые взрывы угольной пыли и пожары в угольном отделении происходят при запуске. Поэтому перед пуском мельницы следует проверить, нет ли очагов горения. Вначале вся система угледоготовки прогревается при подаче ограниченного количества теплоносителя, мельница прогревается, проворачиваясь на 0,5 оборота через каждые 30 мин. Необходим постоянный контроль, за температурой в мельнице. Все трубопроводы должны быть герметичны. Перед остановкой мельницу следует выработать. При пуске угольной мельницы подачу материала производят постепенно. Если мельница останавливается на срок более одних суток, следует выработать уголь полностью из всей системы.

Пуск завода является ответственным мероприятием в ходе которого выявляются проблемы в работе оборудования, связанные как с ошибками при монтаже, так и при работе в природных условиях, не предусмотренных проектом. Первый пуск завода не рекомендуем проводить в сезон с постоянными отрицательными температурами, приводящими к дополнительным осложнениям в работе всей технологической линии.

ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КЛИНКЕРА ДАВЛЕНИЕМ

**Романович А.А., д-р техн. наук, профессор,
Пахомов Е.Г., магистрант,
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова**

Аннотация. В статье рассмотрен процесс измельчения давлением с целью изучения влияния давления прессования на тонкость помола при различной его гранулометрии. Были проведены экспериментальные исследования посвященные изучению влияния высоты сжимаемого слоя на тонкость измельчения клинкера с учетом исходной гранулометрии, что позволило сделать определить, как с увеличением давления прессования тонкость измельчения повышается, упругое расширение возрастает с увеличением давления и зависит от исходной гранулометрии.

Ключевые слова: клинкер, давление, тонкость измельчения, гранулометрия, валковые пресса.

В производстве цемента наиболее энергоемким технологическим процессом является тонкое измельчение клинкера и добавок. Повышением эффективности работы помольного оборудования занимались многие ученые как у нас в стране, так и за рубежом [1-2]. Одним из перспективных способов снижения энергозатрат является его поэтапное измельчение материалов с выносом стадии грубого помола за пределы шаровой мельницы в валковые пресса [3-4].

Однако процесс измельчения давлением слабо изучен, с этой целью были проведены исследования для изучения влияния давления прессования на тонкость помола клинкера при различной его гранулометрии и высоте сжимаемого слоя. В качестве исследуемого материала был принят клинкер Белгородского цементного завода, имеющий следующий минералогический состав: C_3S - 66%; C_2S - 13.2%; C_3A - 47%; C_2A - 14%. Исследования проводились на гидравлическом прессе ПСУ -50 с точностью измерения 4 МПа в цилиндрической пресс-форме диаметром 4×10^{-2} м. Результаты экспериментальных проведенных исследований представлены в виде графических зависимостей на рисунках 1-3. Проведенные исследования (рис.1) позволили установить что с увеличением давления прессования остаток на ситах R_{02} и R_{008} уменьшается и наиболее эффективно этот процесс происходит при давлении от 30 до 90 МПа. С увеличением исходной крупности зерен клинкера тонкость измельчения при фиксированном

давлении возрастает. Это объясняется тем, что с увеличением зерна удельная прочность и площадь контактов на единицу объема уменьшается[5].

Дальнейшие экспериментальные исследования были, посвящены изучению влияния высоты сжимаемого слоя на тонкость измельчения клинкера с учетом исходной гранулометрии (рис. 2). Исследования проводились для клинкера с высотой насыпи от 10×10^{-3} до 40×10^{-3} м, при постоянном давлении прессования, равном 50 МПа.

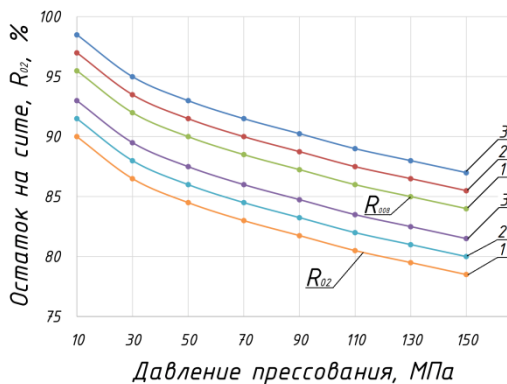


Рисунок 1 - Влияние давления прессования на тонкость измельчения при различной гранулометрии клинкера: $(10...7) \cdot 10^{-3}$ м (1); $(7...5) \cdot 10^{-3}$ м (2); $(5...3) \cdot 10^{-3}$ м (3); - остаток на сите R008: - остаток на сите R02

Анализ графической зависимости рис. 2 позволил установить, что с увеличением высоты исходного слоя клинкера эффективность процесса измельчения уменьшается, но остается достаточно высокой. Это свидетельствует о том, что измельчение материалов осуществляется не только по поверхности взаимодействия зерен с пуансоном, но и внутри слоя, а также о возможности установления в указанном диапазоне зазора между валками пресса, используемого для практической реализации предварительного измельчения клинкера. Известно, что при прессовании упругое расширение отрицательно влияет на плотность материала [6], а измельчение является процессом обратным прессованию. Исходя из этого, были проведены экспериментальные исследования по изучению влияния давления прессования при различной исходной гранулометрии клинкера на величину упругого

расширения. Исследования проводились на стендовой установке (рис.3). Величина упругой деформации фиксировалась с помощью двух микрометров индикаторного типа с точностью измерения $0,01 \times 10^{-3}$ м.

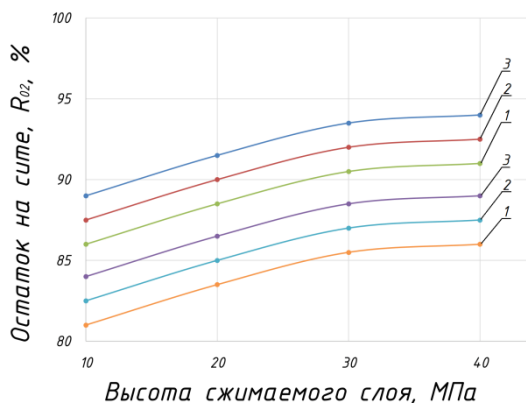


Рисунок 2 - Влияние высоты сжимаемого слоя на тонкость измельчения клинкера при различной исходной гранулометрии: $(10 \dots 7) \cdot 10^{-3}$ м (1); $(7 \dots 5) \cdot 10^{-3}$ м (2); $(5 \dots 3) \cdot 10^{-3}$ м (3); остаток на сите R_{008} : остаток на сите R_{02}

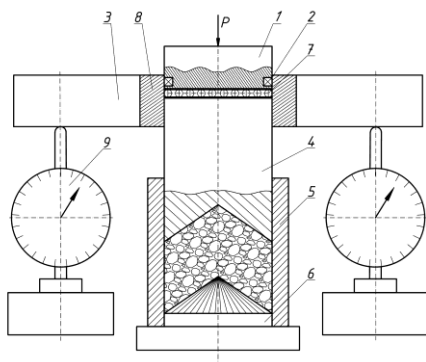


Рисунок 3 - Стендовая установка: 1 – прессующий пуансон; 2 – опорный подшипник; 3 – упор; 4 – подвижный прессующий пуансон с конической рабочей поверхностью; 5 – пресс – матрица; 6 – неподвижный прессующий пуансон; 7 – упорный подшипник; 8 – болтовое соединение, 9- микрометры

Микрометры располагались по обе стороны пресс-формы и, согласно среднему арифметическому от показателей микрометров индикаторного типа, строились графические зависимости, проанализировав которые установили, что величина упругого расширения для клинкера увеличивается с ростом давления.

В результате проведенных исследований (рис.4) было установлено, что рост исходной величины зерен отрицательно влияет на величину упругого расширения, так как разрушение зерен при прессовании осуществляется при меньшем давлении с уменьшением исходного размера зерна клинкера, т.е. все меньшая часть приложенного давления тратится на необратимые деформации. Следовательно, доля напряженного объема возрастает, что и вызывает рост упругого расширения с уменьшением исходных размеров зерен.

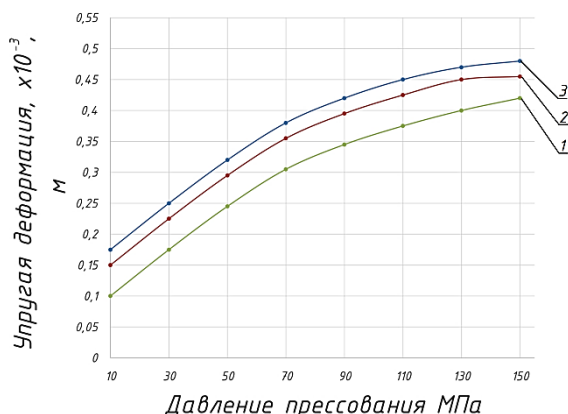


Рисунок 4 - Влияние давления прессования на упругое расширение клинкера при различной исходной его гранулометрии: $(10...7) \cdot 10^{-3}$ м (1); $(7...5) \cdot 10^{-3}$ м (2); $(5...3) \cdot 10^{-3}$ м (3); - остаток на сите R_{008} ; - остаток на сите R_{02}

Выводы:

С увеличением давления прессования тонкость измельчения повышается, наиболее интенсивно прочес измельчения в пределах 30...90 МПа.

С увеличение высоты измельчаемого слоя от 10 до 40×10^{-3} м тонкость измельчения уменьшается на 10...15%.

Упругое расширение возрастает с увеличением давления и зависит от исходной granulometрии. Однако прирост величины упругого расширения уменьшается с ростом исходной величины зерен.

Список литературы:

1. Romanovich A.A., Romanovich M.A., Belov A.I., Chekhovskoy E.I. Energy-saving technology of obtaining composite binders using technogenic wastes // Journal of Physics: Conf. Series. 2018. Т. 1118. № 012035.
2. Romanovich A.A., Kolesnikov R.S., Romanovich M.A. Study of device for precompaction and uniform supply of materials to working bodies of aggregate // Materials Science and Engineering: Conf. Series. 2018. № 042052.
3. Малов П.Н., Тарабанов Н.С. О влиянии упругого последствия на свойства прессованных углеродистых материалов // Химия топлива. 1968. №1. С. 132-133.
4. Валкевич В.Л., Фмедлидер Г.И., Фортунатов Т.В. Диспергация и упругое расширение окисных зернистых масс при прессовании // Огнеупоры. 1970. №8. С. 45-48.
5. Попильский Р.Я., Кондрашев Ф.В. Прессование керамических порошков. Металлургия 1988. С. 27-28.
6. Романович А.А. Исследование влияния скорости вращения валков на выходные показатели процесса измельчения и разработка рекомендаций по повышению износостойкости их рабочих поверхностей // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №4. С. 71-73.
7. Пироцкий В.З. Совершенствование техники и технологии измельчения портландцементного клинкера: оценка эффективности помольных систем. М., 1986. С. 3-23 (Сб.тр./НИИЦемент, вып. 90)

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СЕЛЕКТИВНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

**Шевченко А.В., магистрант,
Кравченко А.А., аспирант,
Карпачев Д.В., канд. техн. наук, доцент**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрены способы отделения (раскрытия) рудных минералов от нерудных. Указаны принципы выбора агрегата для селективного измельчения горных пород. Отмечено, что струйный диспергатор удовлетворяет принципам селективного измельчения и требованиям на их основе, предъявляемым к организации процесса измельчения.

Ключевые слова: селективное измельчение, дезинтеграция, струйный диспергатор, рудный минерал.

При обогащении руд процессы измельчения занимают важное место. Эффективность обогащения руды в значительной степени определяется степенью раскрытия минералов в исходном сырье. Раскрытие минералов осуществляется путем измельчения руды до необходимой крупности, после чего выделяют полезный продукт [2, 10].

Применительно к обогащению руд селективное измельчение (дезинтеграция) рассматривается как способ наиболее полного отделения (раскрытия) рудных минералов от нерудных. Горная порода должна быть разделена на составляющие кристаллы минералов таким образом, чтобы полностью высвободить их, иначе говоря, раскрыть, разъединить сростки для того, чтобы затем разделить освобожденные зерна минералов, пользуясь различиями в их физико-химических свойствах [4, 7, 8, 9].

Наряду с общими принципами выбор конкретного способа и агрегата для избирательного измельчения руд (материала) должен соответствовать физико-химическим свойствам и минералогическому составу конкретной руды (материала). Наиболее эффективно применение избирательного измельчения руд, состоящих из минералов существенно различающихся по физико-химическим свойствам и геометрическим размерам.

Принципы, заложенные в основу традиционного измельчения материалов, и применяемое оборудование не вполне соответствуют задачам избирательного выделения минералов при обогащении руд,

поэтому довольно часто используют термин «дезинтеграция» – разделение, который наиболее полно соответствует цели разрушения рудных пород при обогащении.

Измельчение объекта по поверхностям раздела фаз – состоит из двух частей. Первую часть называют принципом геометрической селективности (избирательности), а вторую – принципом энергетической селективности (избирательности) [9].

Селективной дезинтеграцией называется процесс разрушения горных пород, протекающий и геометрически и энергетически. Фазой считают часть минерального вещества горной породы, обладающую определенным составом и структурой строения, отличающимися ее от других фаз и отграниченную от них поверхностью раздела.

С энергетической точки зрения образование полезной и избыточной частей новой поверхности при измельчении есть процесс упорядоченного преобразования энергии, поступающей от внешних источников. Энергетически селективным называется такое разрушение, при котором подводимая энергия расходуется только на образование новой поверхности.

Энергетическая проблема разрушения состоит в том, что коэффициент использования энергии составляет в лучшем случае десятые доли процента, т. е. подавляющая часть подводимой энергии не идет на образование новой поверхности, а рассеивается в материале.

Рациональная организация процесса селективного разрушения предусматривает на первом этапе направленное изменение свойств минералов и уже затем, на втором этапе, собственно селективное измельчение.

Подготовка руды к раскрытию минералов заключается в ее разупрочнении, которое проводится по межзерненным границам и обеспечивает необходимую избирательность в процессе измельчения.

Предварительной обработке должен подвергаться весь кусок руды и в этом случае разрушение приобретает объемный характер и может осуществляться в одну стадию. Начальные условия для разупрочнения созданы самой природой. На межфазной поверхности, как правило, наиболее высокая концентрация дислокаций и различных дефектов, которые создают на границе раздела энергетическую напряженность. В местах такой напряженности возникают зародышевые трещины, способствующие наиболее полному раскрытию минералов.

Для реализации условий селективного разрушения существует несколько способов. Для минералов, значительно отличающихся по

упругим свойствам, могут использоваться механические способы разрушения: сжатие при высоком давлении, низкочастотное знакопеременное напряжение или многократные, но малоинтенсивные соударения кусков материала друг о друга или о какую-либо поверхность.

Термический способ применяется для минералов, значительно различающихся термическим коэффициентом расширения. При наличии градиента температур на границах зерен возникают напряжения ~ 105 Па при нагревании на один градус. Протекание термических эффектов, например полиморфных превращений, существенно усиливает процессы разрушения.

Акустический способ заключается в воздействии на руду колебаний высокой частоты. При прохождении через куски руды часть волновой энергии отражается, а часть поглощается на границах зерен вследствие различной пропускной способности и на границах зерен возникают интенсивные растягивающие напряжения.

Магнитострикционный способ применяется для ферромагнитных материалов. Воздействие переменных магнитных полей определенной частоты развивает напряжения на границах зерен или магнитных фаз в результате эффекта магнитострикции.

Вместе с тем нельзя не упомянуть о попытках поиска технологий селективного измельчения, периодически предпринимавшихся в течение длительного времени и не без некоторого успеха, но хаотично, в результате отдельных интуитивных озарений. Во многом ситуацию усугубляет бытующее мнение, что не может произойти коренных изменений в технике и технологии дробления и измельчения руд. Между тем уже в настоящее время имеются прообразы машин и отдельные элементы технологий Селективного измельчения, подготовленные к промышленному внедрению.

Для селективного измельчения горных пород, межзерновые границы в которых представлены структурами механического преобразования, открытых для доступа окружающей газовой среды, весьма эффективен способ дезинтеграции энергией сжатой газообразной среды. Сущность его сводится к нагнетанию под давлением воздуха, газа или пара в межзерновые промежутки с последующим резким сбросом давления в рабочей камере.

Измельчение взрывом по сравнению с традиционным механическим измельчением характеризуется значительно большей долей энергии, расходуемой полезно, по имеющимся данным на порядок. Такая ситуация объясняется тем, что по физической

организации взрыв более соответствует модели селективного измельчения [1].

Взрывное измельчение происходит в основном путем развития длинных трещин под действием растягивающих напряжений, образующихся в массиве, и расклинивающего действия газов. Места возникновения трещин не случайны. Они, как правило, берут начало от микродефектов в структуре массива.

Физическая сущность электроимпульсного (плазменного) измельчения заключается в том, что в этом случае расклинивающие и разрывные напряжения в межзерновых промежутках создаются за счет расширяющейся плазмы, образующейся при прохождении по межзерновым поверхностям высоковольтного разряда.

По сравнению с другими известными электрофизическими способами дезинтеграции электроимпульсный процесс имеет лучшие энергетические показатели, в частности, его энергоселективность на порядок выше, чем энергоселективность электрогидравлического способа.

Рассмотренные способы дезинтеграции являются наиболее перспективными с точки зрения селективного измельчения многофазных полиминеральных горных пород, но все они находятся в стадии разработки. Существуют другие, менее избирательные, но более реальные для широкого промышленного внедрения способы. К ним относятся: высокоскоростной удар и разрушение в слое материала.

В настоящее время наиболее распространенным и применяемым в различных областях производства является способ ударной дезинтеграции.

В момент удара в телах возникает сложное поле напряжений и деформаций в результате взаимодействия ударных волн: продольной, поперечной, поверхностной и отраженной. На межфазных границах минералов происходят поглощение ударных волн, что вызывает образование в этих зонах микротрещин и последующее межкристаллитное разрушение.

Динамичный характер нагружения при высокоскоростном ударе, возможность свободного разрушения единичных кусков, а также немедленного вывода продуктов разрушения из рабочей зоны создают предпосылки для рациональной организации ударной дезинтеграции.

Использование ударных дробилок и мельниц для селективного измельчения требует выбора и отработки оптимальной конструкции и, что самое главное, тонкого расчета режимных параметров, так как селективность процесса сильно зависит от точного соотношения значительного числа факторов: скорости ударного взаимодействия,

направления удара, жесткости соударяющихся тел и др.

Имеется несколько примеров удачного промышленного внедрения ударной селективной дезинтеграции при подготовке к обогащению специальных видов минерального сырья, когда требования к селективности раскрытия минералов имеют особое значение для технологии.

Применение ударных мельниц для рудного сырья требует повышения их энергонапряженности, что сдерживается достигнутым пределом скоростей соударения. Превышение скорости 100 м/с позволит выйти на новый качественный уровень.

Наиболее целесообразно в данной мельнице осуществлять процесс селективного измельчения, который основан на неодинаковой степени измельчения прочных и слабых пород. В зависимости от физико-механических свойств минералов, слагающих исходные куски, подбирая необходимое число ступеней измельчения и скорость вращения ротора, на выходе можно достигнуть определенной степени обогащения материала. Компоненты материала, имеющие малую прочность, будут измельчаться и, пройдя через зазоры между стержнями, попадут в бункер, а недоизмельченные частицы более прочного материала через патрубок будут удалены из мельницы.

Таким образом, при использовании данной конструкции многоступенчатой мельницы имеются более широкие возможности для осуществления селективного измельчения.

Для селективного измельчения ударным способом с целью подготовки материала к обогащению наиболее эффективны механические центробежные дезинтеграторы бильного типа и струйные мельницы [3, 5, 6].

Широкое применение техники для ударного избирательного измельчения в промышленном масштабе пока сдерживается нехваткой агрегатов высокой единичной мощности. Конструкции этих аппаратов общеизвестны, но для работы в режиме селективного измельчения они также требуют доработки и оснащения системой точного регулирования и управления процессом.

Более широкие возможности с точки зрения верхнего предела крепости перерабатываемого материала – у газоструйной техники. В настоящее время по ряду различных причин практически прекращены конструкторские разработки в данном направлении, а серийный выпуск, судя по анализу литературных и рекламных источников, мельниц в России не осуществляется.

Недостаток этих агрегатов, помимо низкой единичной мощности –

высокий удельный расход электроэнергии, который более чем вдвое превышает соответствующие затраты шаровых мельниц. Однако, при раскрытии промпродуктов, переработке весьма тонковкрапленных руд, при получении сырья для порошковой металлургии и механической активации концентратов перед гидрометаллургическими и химическими процессами переработки, а также при необходимости совмещения измельчения с сушкой или обжигом применение струйных мельниц может стать экономически более выгодным.

В ходе проведения анализа было отмечено, что различные конструкции оборудования для измельчения нашли своё место в современных технологиях для селективного измельчения. Однако это утверждение в меньшей степени относится к пневмоструйным мельницам. Их широкому внедрению препятствовало конструктивное несовершенство существующих установок применительно к технологии избирательной рудоподготовки моно- и полимерных руд с выделением (или без выделения) трудноизмельчаемых компонентов. Хотя, если будут созданы достаточно эффективные и надёжные струйные мельницы, они будут конкурентоспособными с другими традиционными измельчителями, которые используют для селективного измельчения.

Анализ современного состояния теории и практики процессов измельчения в струйных мельницах позволяет сделать вывод о том, что одними из направлений развития таких измельчителей является повышение удельной производительности, уменьшение удельного расхода энергоносителя и износа рабочих элементов. При этом следует уделить повышенное внимание не только оптимизации процесса движения частиц материала на участке их разгона и в самой помольной камере, а также времени их нахождения в помольной камере и других рабочих трактах (органах) подобных установок. Решение данной задачи позволит существенно повысить производительность струйных противоточных мельниц, и снизить энергозатраты при использовании в технологии селективного измельчения и обогащения материалов.

Таким образом, создание конструкции струйного измельчителя, который бы удовлетворял принципам селективного измельчения и требованиям на их основе, предъявляемым к организации процесса селективного измельчения, является важной задачей и имеет практический интерес в области производства высококачественных строительных материалов с выделением (или без выделения) трудноизмельчаемых компонентов; керамической, полимерной, лакокрасочной и других промышленности.

Список литературы:

1. Гейман Л.М. Взрыв. М.: Наука, 1978.
2. Емелин М.А., Морозов В.Н. и др. Новые методы разрушения горных пород. М.: Недра, 1990. 240 с.
3. Каляцкий И.И., Курец В.И., Финкельштейн А.Г., Цукерман В.А. Основы электроимпульсной дезинтеграции и перспективы ее применения в промышленности // Обогащение руд. 1980. №2 С.6-11.
4. Карпачев Д.В., Уваров В.А., Степанов А.В. К вопросу о теории хрупкого разрушения неметаллических материалов // Сб. докл. II Междунар. науч.-практ. конф. молодых уч. / Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1999. Ч.3. С.48-53.
5. Карпачев Д.В. Совершенствование технологии измельчения и обогащения рудных и нерудных материалов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №2. С.103-107.
6. Клочков Н.В., Пискунов А.В. Динамика формирования грансостава полимерного материала при измельчении в центробежной мельнице // Интенсификация процессов механической переработки сыпучих материалов: Межвуз. сб. науч. тр. Иваново, 1987. С.22-25.
7. Линч А.Д. Цикл дробления и измельчения. Моделирование, оптимизация, проектирование и управление. М.: Недра, 1981. 343 с.
8. Макклinton Ф., Аргон А. Деформация и разрушение материалов. М.: Мир, 1970. 443 с.
9. Ревнивцев В.И., Гапонов Г.В., Зарогатский Л.П. и др. Селективное разрушение материалов. М.: Недра, 1988. 286 с.
10. Троицкий В.В. Обогащение нерудных строительных материалов. Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. 192 с.

8. ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Боровская О.Ю., ст. преподаватель,

Куркин А.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация: Экологическая инженерия - это отрасль инженерии, которая занимается защитой людей от негативных воздействий окружающей среды, таких как загрязнение, а также улучшением качества окружающей среды. По данным Бюро статистики труда, инженеры-экологи работают над улучшением переработки, утилизации отходов, здравоохранения и контроля загрязнения воды и воздуха.

Ключевые слова: инженер-эколог, источник загрязнения, утилизация отходов, экологические проблемы.

Практика инженерной защиты окружающей среды восходит к заре цивилизации. С тех пор, как группы людей стали жить в полупостоянных поселениях, им приходилось сталкиваться с проблемами обеспечения чистой водой и утилизации твердых отходов и сточных вод. С ростом городов и появлением крупномасштабного фермерства и производства людям также пришлось беспокоиться о качестве воздуха и загрязнении почвы.

Говорят, что первым инженером-экологом был Джозеф Базальгетте. Согласно статье, Базальгетте руководил строительством первой крупной муниципальной канализационной системы в Лондоне в середине 19-го века. Это было вызвано серией эпидемий холеры, а также постоянным невыносимым зловонием, связанными со сбросом неочищенных сточных вод в реку Темзу, которая также была основным источником питьевой воды для города. Эта «великая вонь», которая была настолько вредна, что вынудила парламент эвакуировать Вестминстер, дала тогдашнему премьер-министру Бенджамину Дизраэли основания просить 3,5 миллиона фунтов стерлингов для улучшения городской системы канализации.

Что делают инженеры-экологи?

Они используют принципы инженерии, почвоведения, биологии и химии для разработки решений экологических проблем.

Одной из важнейших задач инженерной защиты окружающей среды является предотвращение выброса вредных химических и биологических загрязнений в воздух, воду и почву. Это требует обширных знаний химии и биологии потенциальных загрязнителей, а также промышленных или сельскохозяйственных процессов, которые могут привести к их выбросу. С этим знанием могут быть разработаны новые процессы или могут быть изменены существующие процессы, чтобы уменьшить или устранить выброс загрязняющих веществ.

В некоторых случаях это может представлять серьезную проблему. Например, источником загрязнения в озере может быть где-нибудь в пределах нескольких тысяч акров земли вокруг озера и его притоков. Загрязнение океанов может представлять еще большие проблемы в определении источника. Некоторые проекты с участием инженеров-экологов включают в себя:

Роман Стокер из Массачусетского технологического института изучал взаимодействие между крошечными морскими организмами, их окружающей средой и источниками пищи, что привело к лучшему пониманию того, как происходит цветение водорослей.

Майкл Насри, который, как доктор философии студент в области инженерии биологических систем в Технологии Вирджинии, изучал, как питательные вещества протекают через ледники на Аляске.

Гленн Моррисон, доцент кафедры инженерной экологии в Университете науки и технологии Миссури, изучает, как метамфетамин накапливается в строительных материалах, мебели и обычных предметах домашнего обихода во время производства

После того, как инженер-эколог определит источник загрязнения, он должен быть остановлен или значительно уменьшен. Простое закрытие бизнеса не всегда является жизнеспособным вариантом из-за возможных серьезных экономических последствий. Инженеры-экологи часто работают с предприятиями, чтобы определить способы предотвращения или сокращения производства загрязняющих веществ или их разделения, чтобы их можно было безопасно утилизировать.

Критические навыки, необходимые инженерам-экологам, включают в себя: практические знания в области химического машиностроения, гидродинамики, географии, геологии и гидрологии. Кроме того, в связи с многочисленными юридическими проблемами и распространенностью судебных разбирательств по экологическим вопросам инженеры-экологи должны быть знакомы с применимыми законами, и многие из них также являются практикующими адвокатами.

Большинство экологических инженерных работ требуют, по крайней мере, степень бакалавра в области машиностроения, и многие работодатели, особенно те, которые предлагают услуги инженерного консалтинга, также требуют сертификации в качестве профессионального инженера.

Список литературы:

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2003. 624 с.
2. Юджин П. Одум. ЭКОЛОГИЯ: В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. М.: Мир, 1986. 328 с.
3. Электронный ресурс свободного доступа:
<https://www.topuniversities.com>
<https://www.mymajors.com>

УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ - ОДНА ИЗ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ СОВРЕМЕННОСТИ

Губарева В.В., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема все возрастающего пагубного воздействия твердых бытовых отходов на окружающую среду. Приведена структура муниципальных отходов и их классификация по степеням опасности. Рассматривается такая технология переработки отходов как пиролиз ТБО с выработкой тепловой или электрической энергии. Пиролиз является экологически чистой, экономически выгодной и технически простой технологией.

Ключевые слова: проблема ТБО, структура муниципальных отходов, степеням опасности, утилизация ТБО, сжигание мусора, пиролиз ТБО.

Общемировой расход органического топлива уже на данный момент превышает его запасы, в то время как экономическое состояние многих стран зависит от наличия природных энергоносителей. Строго говоря, то, что формировалось природой в течение тысячелетий, потребляется за несколько лет, образуя твердые, жидкие и газообразные отходы, загрязняющие окружающую среду. Назрел вопрос об осмысленном контроле над отходами, принимая во внимание то, что большинство отходов являются потенциально подходящим сырьем для утилизации и даже для получения тепловой или электрической энергии.

Для осуществления контроля над отходами необходимо решить ряд первостепенных задач: уменьшение объема появляющихся отходов или полное их устранение; уменьшение объема отходов, направляемых на вторичную переработку и захоронение; разработка и использование безвредных для окружающей среды способов утилизации отходов с минимальными экономическими издержками; максимальное использование отходов в качестве технологического утилизационного сырья.

На изготовителей различных продуктов возлагается огромная ответственность за результаты своей работы. Кроме того, что продукция не должна включать в себя вещества, вредные для природы, она обязана быть пригодной для последующей утилизации, когда попадет в разряд отходов с минимальными экономическими издержками.

Несмотря на все применяемые мероприятия по контролю, формируется достаточно большая категория отходов в процессе жизнедеятельности человека, в число которых входят твердые бытовые отходы (ТБО). Особенно остро проблема ТБО проявляется в больших городах, так, например, в Москве за один календарный год появляется 7 млн. тонн отходов. В последние годы объем отходов очень возрос, а в развитых странах количество ТБО в день на одного человека составляет 1...3 кг, исходя из этого, получаем, что ежегодно образуются сотни миллионов тонн мусора. Так, например, в США производство отходов ежегодно возрастает на 10%. Численность человечества каждый год возрастает на 1,5...2%, а количество ТБО на 5,5...6%. Таким образом, увеличение роста количества муниципальных отходов превосходит рост численность земного шара в 3 раза. Поэтому прежний подход к проблеме, когда отходы собирали на специальных полигонах, закапывали или сбрасывали их в моря и океаны стал экологически очень опасен. Из-за нехватки полигонов для захоронения такого громадного объема ТБО, в странах с большой численностью населения, задумались о нецелесообразности использования метода захоронения.

Особенностью нашей страны, в сравнении с другими развитыми странами, является то, что 95...98% твердых отходов транспортируется на свалки, в числе которых 88%, еще с далекого 1989 года, находятся в непригодном состоянии. Этот способ утилизации уже отразился на окружающей среде путем загрязнения подземных вод, а, следовательно, и прилежащих водоемов, что создало множество экологических проблем.

Структура и объем муниципальных отходов весьма разнообразны, они могут зависеть от местоположения, времени года и ряда других причин. В России структуру муниципальных отходов можно представить таким образом: органические и бумажные отходы, 39 и 33% соответственно; металлические, стеклянные и полимерных отходе колеблются в пределах от 3 до 6%; резиновые и деревянные отходы составляют около 1...2%.

По степени воздействия на окружающую среду муниципальные отходы классифицируют по степеням опасности (СО): 1-я СО – очень опасная категория отходов, которые могут привести к полной гибели окружающей среды без возможности ее регенерации; 2-я СО – отходы, имеющие высокую степень опасности для окружающей среды, после попадания их в окружающую среду ее полная регенерация может занять не менее 30 лет; 3-я СО – в эту группу входят опасные отходы. Их применение порождает нарушения экологической безопасности.

Восстановление окружающей среды после попадания таких отходов в окружающую среду может достигать 10 лет; 4-я СО – эту категорию составляют все отходы, период естественного разложения которых находится в пределах 3 лет; 5-я (СО) – к ней относятся отходы, которые можно подвергнуть вторичной переработке без отрицательного воздействия на окружающую среду.

На данный момент в России изготавливается, импортируется и используется промышленная продукция различного состава. В связи с этим происходит то, что состав муниципальных отходов нашей страны приближается по показателям к развитым зарубежным странам. Стремительные перемены экономического и политического состояния в мировом обществе, приводят к усугублению проблемы ТБО.

По мнению ученых, 50...70 процентов муниципальных отходов, по их составу и структуре, целиком и полностью удобны для повторного использования. Исходя из практики зарубежных стран, утилизация ТБО является очень прибыльной технологией. Кроме того, дефицита материала для вторичной переработки не предвидится.

В составе муниципальных отходов содержатся элементы, требующие чрезвычайно сложной переработки.

В настоящее время во многих прогрессивных странах значительно увеличился объем муниципальных отходов, перерабатываемый как в тепловую, так и в электрическую энергию.

В нашей стране главными методами переработки муниципальных отходов, являются захоронение на специализированных утилизационных полигонах и сжигание.

Сжигание мусора – это трудный и сложный метод вторичной переработки ТБО. Перед сжиганием отходы должны пройти стадию разделения (сепарирование). В процессе сепарирования из отходов извлекают металлы, батарейки и аккумуляторы, что позволяет значительно уменьшить выбросы диоксинов и фуранов. На данный момент понятно, что технология сжигания неотсортированного мусора очень опасна. Следовательно, мусоросжигательный процесс является не конечной, а одной из многих стадий технологии переработки ТБО.

В зарубежной практике наиболее востребованным является такая технология сжигания отходов как пиролиз ТБО, как специально подготовленных, так и без предварительной подготовки. Такой способ пригоден для выработки тепловой или электрической энергии. В России способы вторичной переработки отходов с применением пиролиза пока мало востребованы из-за высоких финансовых расходов.

Основным смыслом пиролиза является химическое изменение структуры ТБО, при нагревании без доступа кислорода. С учетом применяемой температуры пиролиз подразделяется на низкотемпературный (до 900 °С) и высокотемпературный (свыше 900 °С).

Низкотемпературный пиролиз – это процесс, в результате которого дробленые отходы предаются термическому разложению.

Основным достоинством пиролиза сравнительно с прямым сжиганием ТБО является его эффективная экологическая безопасность. К тому же, при помощи пиролиза, возможно, утилизировать всевозможные разновидности отходов, в частности, пластмассы, автопокрышки, отстойные вещества, отработанные масла и др. Процесс пиролиза почти не оставляет после себя биологически активных элементов, что способствует экологически безопасному подземному складированию отходов. Образовавшийся в конечном итоге процесса пиролиза пепел имеет высокую плотность, что заметно снижает объем ТБО, отправляемых на подземное складирование. К достоинствам пиролиза также относятся небольшая мощность применяемого технологического оборудования, простота перевозки и хранения полученной продукции. Следовательно, пиролиз нуждается в минимальных финансовых затратах. Производственные компании по переработке ТБО пиролизом на данный момент осуществляют свою деятельность в наиболее развитых странах. В 70-х годах прошлого века извлечение тепловой и электрической энергии из ТБО стало основным направлением нетрадиционной энергетики.

В результате высокотемпературного пиролиза, происходит преобразование ТБО в горючий газ. В последующем, при сжигании такого газа можно получить тепловую и электрическую энергию. При высокотемпературном пиролизе ТБО образуется также и негорючая твердая продукция в виде шлака и золы. Технологическая схема такого процесса переработки ТБО содержит четыре последовательных этапа:

1. Устранение из ТБО крупных элементов, черных и цветных металлов с помощью электромагнитной сепарации.
2. Получение генераторного газа в газогенераторе из прошедших сепарацию отходов.
3. Очищение генераторного газа от токсичных примесей в целях экологической безопасности.
4. Сжигание, прошедшего очистку, генераторного газа в специальных котлах-утилизаторах с целью получения энергоносителей (горячей воды, пара) или электроэнергии.

Из этого следует, что высокотемпературный пиролиз является самым многообещающим методом утилизации отходов, как с точки зрения безопасности окружающей среды, так и с точки зрения извлечения полезных энергетических ресурсов, широко используемых в промышленности. С помощью высокотемпературного пиролиза можно экологически чисто, экономически выгодно и технически просто перерабатывать отходы без предварительной подготовки, т.е. сортировки, сушки и т.д.

Список литературы:

1. Сбор и удаление твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]. – <http://allformgsu.ru/>
2. Федеральный Закон Российской Федерации от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ (ред. от 25.11.2013) «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]. – КонсультантПлюс: Версия Проф.- Электрон. данные и прог.- ЗАО «Консультант Плюс». Москва. 2001-2014.
3. Хмельницкий А.Г. Использование вторичных материальных ресурсов в качестве сырья для промышленности // Муниципальные и промышленные отходы: способы обезвреживания и вторичной переработки. Новосибирск, 1995. 167 с.
4. Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И. О высокотемпературной переработке твердых отходов во Владимире // Экология городов. 1996. 331 с.
5. Способ экологически чистой переработки твердых бытовых отходов с производством тепловой энергии и строительных материалов и мусоросжигательный завод для его осуществления (RU 2502017) – патент.

УМЕНЬШЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОКСИДА АЗОТА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Губарева В.В., доцент,
Лисняк В.О., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье приведены эффективные методы снижения в газовых выбросах оксида азота, в том числе рассмотрена проблема пагубного воздействия NO_x на окружающую среду. Также проанализированы некоторые способы малозатратных мероприятий, которые подавляют выбросы NO_x . Была затронута тема охраны природы.

Ключевые слова: рециркуляция, снижение выбросов, многоступенчатое горение, недостатки способов снижения выхода оксидов азота, концентрация NO_x .

Негативное влияние выбросов вредных веществ на здоровье людей, природу и животных оказывается не только на территориях, находящихся рядом с источниками выбросов, но и распространяется на большую площадь. Поэтому в наше время загрязнение внешней среды является глобальной проблемой, а расходы на охрану природы стали соизмеримы с величиной ущерба экологии.

Пагубное воздействие оксидов азота на общее окружение и человека, в том числе, крайне велико [5]. Долгое воздействие малых концентраций NO_x в окружающем воздухе увеличивает частоту и количество острых респираторных заболеваний у людей, а также негативно влияет на растительный и животный мир. Поэтому снижение их содержания в выбросах газов топливоиспользующих агрегатов – одна из важнейших проблем в энергетической промышленности.

Если раньше допускалась концентрация NO_x в выбросах продуктов сгорания около сотни миллиграмм на метр кубический, то сегодня экологическая безопасность требует снижения содержания этих выбросов до десятков или единиц мг/м^3 .

Самое большое влияние на образование оксидов азота оказывает температура. При ее росте от 1200 до 2000 градусов Цельсия содержание оксида азота возрастает примерно в 10 раз, в то время как увеличение концентрации кислорода примерно в 5 раз повышает выход NO_x всего в 2 раза.

Скорость и механизм образования оксида азота в первый раз были разобраны Я.Б. Зельдовичем на примере горения светильного газа. Он утверждал, что горение происходит настолько быстро, что окисление азота начинается в образовавшихся продуктах сгорания. Опыт других ученых показал, что кроме температуры и времени реакции, на появление «термических» NO_x большое влияние имеет содержание радикалов и реакции в начальной зоне горения.

Снижение образования «термических» NO_x достигается путем воздействия на максимальную температуру горения. Это осуществляется вводом рециркуляционных газов, пара и воды в зону горения или в дутьевой воздух, а также многоступенчатым сжиганием топлива, который снижает максимальную температуру. Выход «топливных» NO_x менее зависим от максимальной температуры, но сильно зависим от коэффициента избытка воздуха, поэтому в данном случае более эффективным является многоступенчатое горение.

При сжигании газа удастся уменьшить выход «термических» NO_x , приблизив их концентрации к уровню $100...120 \text{ мг/м}^3$ при холодном дутьевом воздухе и к $150...200 \text{ мг/м}^3$ при горячем дутьевом воздухе.

Метод рециркуляции дымовых газов. ^[2] Данный метод получил популярность в конце 70-х годов XX века и с тех пор обширно применяется в котельных установках.

Чаще всего дымовые газы с температурой около $300...400^\circ\text{C}$ отбираются перед воздухонагревателем, после этого рециркуляционным дымососом подаются в камеру топki. В результате этого максимальная температура в топке понижается на $120...130^\circ\text{C}$ и, вместе с этим, уменьшается концентрация O_2 в зоне горения, следовательно, уменьшается образование топливных NO_x . При этом КПД котельной установки снижается незначительно ($0,01...0,03\%$ на 1% рециркулирующих газов).

Таблица 1. - Влияние способа ввода газов рециркуляции в топку на снижение образования NO_x при сжигании природного газа.

Способ подачи газов рециркуляции в топку	Интенсивность снижения образования NO_x в % на 1% газов рециркуляции
В топливо	4,5...7,0
В первичный воздух	3,0...3,5
В общий канал дутьевого воздуха	2,0...3,0
По кольцевому каналу вокруг горелки	1,2...1,5

Через шлицы напротив нижнего яруса горелок	1,0...1,2
Через шлицы под горелками	0,8...1,0

Наиболее широкое распространение получил *способ ввода смеси дымовых газов с дутьевым воздухом*. Подача рециркуляционных газов с топливом эффективнее снижает выход NO_x , чем смешивание их с дутьевым воздухом. При одинаковой степени рециркуляции, к примеру, при сжигании газа, в первом случае выход NO_x снижается на 45,4%, а во втором – на 22,7%. Это имеет большое значение, потому что применение рециркуляции приводит к снижению КПД котлов пропорционально количеству подаваемых газов рециркуляции. К примеру, при увеличении степени рециркуляции с 20 до 30% КПД котла снижается на 0,5 и 0,75% соответственно.

Ступенчатое сжигание топлива. Суть данной методики заключается в том, что в первичную зону горения подается воздуха чуть меньше, чем необходимо теоретически (коэффициент избытка воздуха $\alpha = 0,70...0,95$), а оставшееся количество воздуха, которое требуется для полного сжигания топлива, подается дальше на одном или нескольких ступенях по длине факела. [3]

В результате этого снижаются: максимальная температура в зоне горения, содержание кислорода в ядре факела, уменьшаются скорости реакции образования NO_x , увеличиваются длина и светимость факела. Главной особенностью многоступенчатого сжигания является факт наличия восстановительной зоны, где из-за дефицита воздуха появляются продукты неполного сгорания CO и H_2 , а оксид азота не образуется.

Этот принцип формирования в факеле восстановительной зоны в наше время широко используется при проектировании малотоксичных горелок. При двухступенчатом сжигании концентрация NO_x в восстановительной зоне снижается, а при трехступенчатом сжигании оксид азота, который поступил из окислительной зоны, восстанавливается до молекулярного азота.

Многоступенчатое горение применяют в котлоагрегатах с многоярусным расположением горелок, это позволяет регулировать соотношение смеси топливо - воздух по длине факела. Горелки нижнего яруса работают с недостатком воздуха, остальной воздух поступает через фурмы или горелки верхнего ряда, куда подается мало топлива либо оно совсем не подается.

Следующим эффективным методом сокращения выбросов оксидов азота является *ввод небольшого количества воды либо пара в зону горения*. Их подача в количестве более 5% массы воздуха подаваемого в горелку может оказать критическое влияние на полноту сгорания и снизить КПД агрегата на 4...5% из-за значительного снижения температуры.

Вместе с этим, можно отметить условную простоту реализации этого метода, более эффективное дожигание в факеле оксида углерода, а также осуществимость его использования при сжигании твердого топлива.

Одним из самых легко реализуемых действий является *уменьшение коэффициента избытка воздуха в топке*. Вследствие уменьшения концентрации кислорода в зоне горения происходит уменьшение образования термических и топливных NO_x . Поэтому данный способ может быть реализован при сжигании многих видов топлива. Он позволяет не только уменьшить выбросы NO_x , но и на малую долю повысить КПД котлоагрегата за счет уменьшения потерь теплоты сходящими газами и расходов энергии на собственные нужды.

Можно сделать вывод, что в образовании NO_x участвует тот воздух, который подают вместе с топливом в зону активного горения. Количество присосов воздуха в топочную камеру почти не влияет на образование NO_x , так как этот воздух не участвует в процессе горения топлива.

Следует заметить, что при использовании данных технологий можно видеть снижение КПД установки, различные сложные ситуации с регулированием технологического процесса. [4] В последнем случае это обусловлено более сложной схемой управления и неудовлетворительным состоянием контрольно-измерительных приборов, которые устанавливаются на котел.

Таблица 2 - Малозатратные мероприятия подавляющие выбросы NO_x

Мероприятие	Реализация	Снижение NO_x	Недостатки
Схема рециркуляции	Подача части дымовых газов с выхлопа на всас	30... 60%	Снижение КПД котла, требуется запас по тяге и дутью, увеличиваются собственные нужды

Продолжение табл. 2

Ступенчатое сжигание топлива	Отключение части горелок по топливу	20... 40%	Сложность реализации на котлах с малым количеством горелок
Впрыск влаги	Установка форсунок	15...20%	Снижение КПД котла
Снижение избытка воздуха	Снижение общего избытка воздуха	10... 30%	Повышенная возможность недожога

Широким направлением увеличения энергоэффективности и экологической безопасности в теплоэнергетике является развитие и практическое использование последних достижений науки и научно-технических разработок в сфере методики переработки и горения топлива, совершенствование и разработка новейших технологий преобразования энергии топлива в другие ее формы, совершенствование технологического процесса с целью понижения уровня невозвратимых потерь в отдельных элементах энергетических установок, уменьшение потерь тепловой энергии при передаче потребителю, повышение эффективности работы энергоустановок и улучшение условий эксплуатации. [1]

Существенная роль при всем этом отводится профессиональной подготовке персонала и совершенствованию систем автоматического регулирования и управления энергоустановок.

Список литературы:

1. Аникеев В.А., Копп И.З., Скалкин Ф.В. Технологические аспекты охраны окружающей среды. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 255с.
2. Внуков А.К., Розанова Ф.А. Цена подавления оксидов азота рециркуляцией газов на котлах // Энергетик. 2007. №7. С.35-36.
3. Котлер В.Р. Усовершенствованный метод двухступенчатого сжигания топлива // Теплоэнергетика. 2007. №2. С.73-75.
4. Снижение выбросов оксидов азота.[Электронный ресурс].URL: https://works.doklad.ru/view/I_YS9ryr_ss.html (11.02.2019)
5. Методы снижения выбросов токсических веществ в атмосферу. [Электронный ресурс].URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-3/section-2/2-3> (11.02.2019)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ CO₂ КОТЕЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ

Губарева В.В., доцент,

Черкашин Д.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье показано, что одним из эффективных способов решения экологических проблем, в частности загрязнение окружающей среды, является утилизация из котельных выбросов CO₂.

Ключевые слова: выброс CO₂, использование дымовых газов, меры по снижению выбросов, подкормка растений, повышение КПД.

Перенасыщение атмосферы углекислым газом – одна из центральных и наиболее важных проблем при оценке естественного цикла CO₂ в условиях антропогенного воздействия. Экологи сообщают о том, что климатическая система Земли, несомненно, нагревается, и приходят к выводу, что ускоренное потепление в прошедшие 50...60 лет, с вероятностью более чем на 90 процентов [8] – это вклад человека. Глобальная температура, по мере увеличения уровней содержания углекислого газа (CO₂) и других парниковых газов в атмосфере Земли, возрастает.

Роль углекислого газа в жизнедеятельности биосферы состоит, прежде всего, в поддержании фотосинтеза, который осуществляется растениями. Являясь парниковым газом, углекислый газ в воздухе влияет на теплообмен планеты с окружающим пространством, блокируя переизлучаемое тепло на различных частотах, и таким образом участвует в формировании климата планеты. Это, несомненно, приводит к существенным изменениям времени и продолжительности сезонов, а также количеству и частоте осадения. Изменение климата оказывает влияние на повышение уровня моря, наводнения, засухи или целый ряд других изменений экосистемы, которые влияют на жизнь на Земле.

Существует три антропогенных источника парниковых газов:

1. Примерно 60% парниковых газов выбрасывается в атмосферу при сжигании ископаемых видов топлива (в процессе промышленного производства, в транспорте и в энергетике).

2. Около 35% всех мировых выбросов парниковых газов приходится на сельское и лесное хозяйство – это вырубка леса,

осушение болот, выделение метана в животноводстве, при использовании в земледелии сельскохозяйственных удобрений – выделение закиси азота.

3. Остальные 5% выбросов, такие как углекислый газ, метан, закись азота и другие, приходится, в основном, на процессы промышленного производства [8].

Загрязнение окружающей среды и выбросы парниковых газов часто имеют один и тот же источник, например, и то, и другое происходит при сжигании ископаемого топлива. В силу этого сокращение выбросов парниковых газов нередко дает дополнительный эффект в виде уменьшения выбросов других вредных веществ, таких как оксиды азота (приводящие к формированию смога), диоксиды серы (являющиеся причиной кислотных дождей), твердые частицы и тяжелые металлы.

Существует несколько рентабельных мер по снижению выбросов и повышению энергоэффективности процессов и оборудования в теплоэнергетике:

1) Наиболее весомый эффект окажут меры по улучшению тепловой изоляции объектов и теплосетей. Улучшение теплоизоляции с применением инновационных материалов (например полиуретановая изоляция) позволит сократить потери. Так же, путем использования более энергоэффективной электроники, потребление энергии можно сократить в разы.

2) Повышение эффективности эксплуатации и обслуживания газопроводов. Уменьшение количества утечек, повышение эффективности эксплуатации и обслуживания газопроводов и газового оборудования.

3) К числу дополнительных рентабельных мер относится ряд возможностей, от использования современного котельного оборудования с экономичными показателями работы до более широкого применения комбинированного получения электроэнергии и тепла.

Одним из таких способов уменьшения выбросов CO_2 в атмосферу, который можно выгодно реализовать на промышленных теплицах, это использование углекислого газа для «подкормки» растений.

В настоящее время применяются три группы промышленных технологий подкормки растений в остеклённых и плёночных теплицах, использующие технический источник углекислого газа: прямая газация при помощи газогенераторов, подача чистого углекислого газа и нагнетание отходящих газов котельной.

В ЗАО «Племзавод «Разуменский» на отделении №1, для обогрева теплиц используются котельным комплексом, в состав которого входит

2 жаротрубных водогрейных котла фирмы F&HCrone типа GOST. Эти котлы позволяют получать высокое КПД горения с одновременно низким выбросом газов NO_x , а так же большим процентом выхода CO_2 . Последний факт позволяет успешно использовать углекислый газ из дымовых газов от данных котлов для подкормки растений. Для повышения КПД горения и для возможности отбора CO_2 котлы оборудованы конденсаторами отходящих газов. В конденсаторе отходящие газы охлаждаются с 185°C до 60°C , нагревая при этом «обратку» поступающую в котлы.

Охлаждённые таким образом газы очищают с помощью палладиевых катализаторов или водяных скрубберов. Затем, после измерения уровня CO_2 в теплице, с помощью нагнетательного вентилятора подают в теплицу по распределительным газопроводам, часто, многократно разбавляя атмосферным воздухом. К растениям газы поступают через перфорированные полимерные рукава небольшого диаметра, которые отходят от распределительного газопровода внутри теплицы.

Без применения такой технологии в тепличном воздухе на площади в один гектар находится около двадцать килограмм CO_2 , этого объёма будет явно недостаточно, так как типичная сельскохозяйственная культура летом потребляет до пятидесяти килограмм в час углекислого газа.

Также известны возможные направления совершенствования технологии:

а) заимствование из химической промышленности современных систем очистки отходящих газов от фитотоксичных примесей при различных режимах работы горелок тепловых котлов, и следовательно отказ от палладиевых катализаторов;

б) отбор CO_2 из отходящих газов и подача очищенной концентрированной газовой смеси в теплицу;

в) полное осушение отходящих газов в мембранных осушителях или конденсационных утилизаторах.

Таким образом, подкормка растений углекислым газом восполняет его недостаток в атмосфере теплицы и даёт им возможность нормально расти и развиваться. Использование CO_2 для подкормки растений даёт до 15% прибавки урожайности.

С другой стороны использование CO_2 котельных выбросов повышает энергоэффективность котлов, и самое главное, уменьшает загрязнение окружающей среды.

Список литературы:

1. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Новая редакция» (с изменениями №1 СанПиН 2.2.1/2.1.1.2361–08; №2 СанПиН 2.2.1/2.1.1.2555–09; №3 СанПиН 2.2.1/2.1.1.2739–10).
2. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Технология энергосбережения. 2006. 351 с.
3. Режимная карта, составленная на 18.03.2013.
4. Паспорт технических характеристик оборудования.
5. Юренко В.В. Теплотехнические испытания котлов, работающих на газовом топливе. Л.:Недра, 1987. 185 с.
6. РД 10–319–99 – Типовая инструкция по безопасному ведению работ для персонала котельных.
7. Подкормка растений углекислым газом в защищённом грунте [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://zavodagt.ru/stati/podkormka-rastenij-uglekislvm-gazom-v-zashchishchionnom-grunte> Дата обращения: 11.02.19.
8. Энергоэффективная Россия / McKinsey&Company [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://solex-un.ru/sites/default/files/energo_files/co2_russia_rus_final.pdf Дата обращения: 11.02.19.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОБЕРЕЖЬЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

Петракова Н.А., канд. техн. наук, доцент,

Ярош Е.Э., ассистент,

Панасюк М.Д., аспирант

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Предложена методика расчетов устойчивости оползнеопасных склонов, позволяющая моделировать склоны любой конфигурации и прогнозировать активизацию данных процессов. Предложены конструктивные меры защиты оползневых склонов на побережье Азовского моря.

Ключевые слова: оползень, устойчивость склона, подпорные конструкции.

В результате активизации оползневых процессов повреждено более 50% склонов, расположенных на территории побережья Азовского моря. В связи с этим в настоящее время очень остро стоит вопрос возведения объектов инженерной защиты в данном районе.

При проектировании противооползневых конструкций необходимо осуществлять комплексные подход, включающий в себя: предварительную подготовку территории, устройство дренажных систем, проектирование конструкций комбинированного типа [1,2].

На основании проведенных исследований, было установлено, что применение комплексного подхода при проектировании конструкций инженерной защиты территории, применяемых для укрепления береговых склонов, позволяет в среднем повысить их устойчивость до 60%.

Предлагаемая методика расчетов устойчивости склонов позволяет моделировать склоны любой конфигурации и прогнозировать активизацию процессов, как в природном состоянии, так и в процессе возведения на исследуемой территории зданий и сооружений, а также определять эффективность использования того или иного типа закрепления [3, 4] (рис. 1).

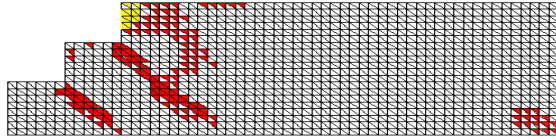


Рисунок 1 - Схема разрушения берегового склона

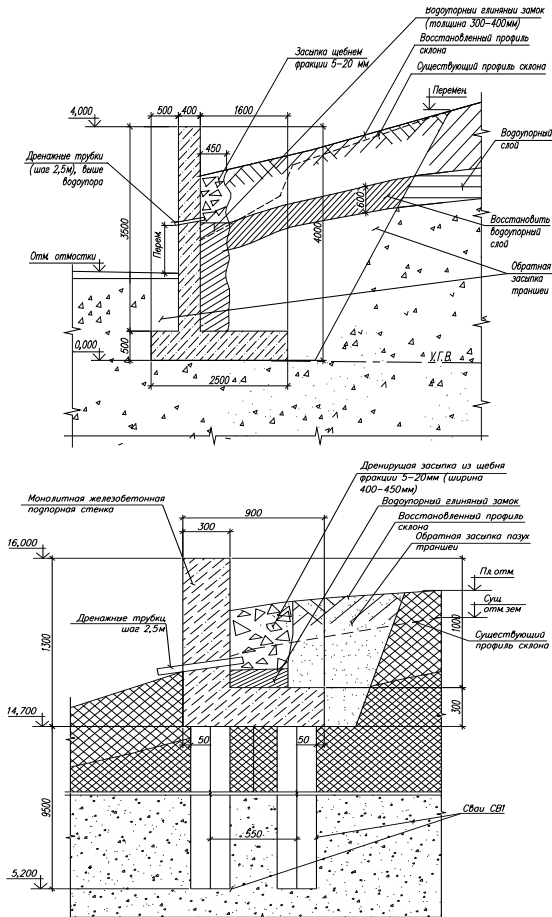


Рисунок 2 - Схема устройства Г-образной подпорной стены в нижней и верхней частях склона

Предлагается использовать удерживающие конструкции в виде подпорных стен из Г – образных железобетонных стен с плитной частью, защемленной в грунте (в нижней части склона), а также подпорных стен из буровых свай, пересекающих линии скольжения в грунтовом массиве (в верхней части) [5, 6]. Схемы устройства подпорных стен приведены на рис. 2.

Рекомендуется осуществлять планирование склонов в виде террас во избежание использования традиционных громоздких подпорных стен. Использование буровых свай также способствует повышению сейсмостойкости береговых склонов.

Технология возведения подобного типа подпорных стен представлена на рис. 3 и 4.



Рисунок 3 - Устройство сборно-моноклитной подпорной стены в нижней зоне склона. Монтаж горизонтальных плит с вертикальными арматурными выпусками



Рисунок 4 - Устройство моноклитной подпорной стены в нижней зоне склона. Омоноклитование участков между плитами



Рисунок 5 - Дренажные колодцы, расположенные на поверхности склона

В связи с тем, что часто причиной активизации оползневых процессов является воздействие грунтовых вод, а также сезонное намокание грунтов, необходимым является устройство противофильтрационных дренажных систем в виде дренажных труб и дренажных колодцев (рис. 5).

Важным фактором является проведение мониторинга состояния противооползневых конструкций в процессе эксплуатации. В процессе наблюдения за закрепленными по данной методике склонами было установлено, что они находятся в стабильном состоянии, визуально не наблюдаются следы разломов на их поверхности. Подпорные стены находятся в удовлетворительном состоянии, следов разрушения при визуальном осмотре не обнаружено (рис 6).



Рисунок 6 - Подпорная стена в нижней части склона

Г-образные подпорные стены позволяют за счет своей разрезности и защемления в грунте усилиями взаимодействия снизить по сравнению с традиционными подпорными стенами максимальные расчетные

усилия до 150 кН/пог. м. или в 2,5 – 3 раза. При этом достигается снижение стоимости удерживающих конструкций на 25 – 40%.

Укрепление террасированного откоса Г-образными поярусными подпорными стенами существенно повышает его устойчивость при действии гравитационных сил и позволяет использовать террасы для размещения на них зданий и сооружений.

Список литературы:

1. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. М.: Минрегион России. 2012. 60 с.
2. ДБН В.1.1-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення. К.: Держбуд України, 1998. 40 с.
3. Беда С.В. Особенности оценки устойчивости склонов, сложенных лессовыми породами // Геотехнические проблемы мегаполисов (труды международной конференции по геотехнике). Москва, 2010. Т.5. С.61-66.
4. Расчет устойчивости откосов и проектирование противооползневых сооружений / [Богомолов А.Н., Кузнецова С.В. Сиянков В.Н. и др.]. Интернет-Вестник ВолгГАСУ, 2012. №8 (24). С.13-33.
5. Петраков А.А. Научно-технический отчет по работе «Исследование устойчивости склона на территории б/о «Локомотив» в пос. Юрьевка Донецкой области» / Петраков А.А., Таран Р.А., Петракова Н.А. К.: НИИСК, 2005. 34 с
6. Петракова Н.А. Исследование устойчивости грунтового откоса, расположенного в южной части г. Мариуполя // Строительные конструкции. К.: НИИСК, 2004. Вып.61. Т.2. С.376-381.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСТРАНЕНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Писаренко А.В., канд. техн. наук, доцент,

Голубева Е.А., студент

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, субъекте хозяйствования или на водном объекте, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Режим функционирования органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее – режим функционирования) – это определяемые в зависимости от обстановки, прогнозирования угрозы и возникновения чрезвычайной ситуации, порядок организации деятельности органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, основные мероприятия, проводимые указанными органами управления и силами в режиме повседневной деятельности, при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации [1].

Ликвидация чрезвычайных ситуаций – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов [2].

Основными задачами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций являются [3]:

- разработка и реализация правовых и экономических норм по обеспечению защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе по обеспечению безопасности людей на водных объектах;

- осуществление целевых и научно-технических программ, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций и

повышение устойчивости функционирования организаций, а также объектов социального назначения в чрезвычайных ситуациях;

- обеспечение готовности к действиям республиканских органов исполнительной власти, муниципальных органов и организаций, сил и средств, предназначенных и выделяемых для предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Режимы функционирования и уровни реагирования органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [3].

1. Органы управления и силы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций функционируют в режиме:

- повседневной деятельности – при отсутствии угрозы возникновения чрезвычайной ситуации;

- повышенной готовности – при угрозе возникновения чрезвычайной ситуации;

- чрезвычайной ситуации – при возникновении и ликвидации чрезвычайной ситуации.

2. Порядок организации деятельности органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и основные мероприятия, проводимые указанными органами управления и силами в режиме повседневной деятельности, повышенной готовности или чрезвычайной ситуации, определяются Советом Министров Донецкой Народной Республики.

3. При введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации в зависимости от последствий чрезвычайной ситуации, привлекаемых к предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, классификации чрезвычайных ситуаций и характера развития чрезвычайной ситуации, а также других факторов, влияющих на безопасность жизнедеятельности населения и требующих принятия дополнительных мер по защите населения и территорий от чрезвычайной ситуации, устанавливается один из следующих уровней реагирования:

- объектовый уровень реагирования – решением руководителя организации при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организации, оказавшейся в зоне чрезвычайной ситуации, если зона чрезвычайной ситуации находится в пределах территории данной организации;

– местный уровень реагирования – решением руководителя муниципального органа при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организаций и муниципальных органов, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, которая находится в пределах одной территории;

– государственный уровень реагирования – решением Совета Министров Донецкой Народной Республики, при ликвидации чрезвычайной ситуации силами и средствами организаций, муниципальных органов, оказавшихся в зоне чрезвычайной ситуации, которая затрагивает территорию двух и более административно-территориальных единиц Донецкой Народной Республики.

4. При введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации, а также при установлении уровня реагирования для соответствующих органов управления и сил единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций орган государственной власти или должностное лицо, определенные пунктом 3 настоящей статьи, может определять руководителя работ по ликвидации чрезвычайной ситуации, который несет ответственность за проведение этих работ и имеет право принимать дополнительные меры по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций в соответствии с законодательством Донецкой Народной Республики:

– ограничивать доступ людей и транспортных средств на территорию, на которой существует угроза возникновения чрезвычайной ситуации, а также в зону чрезвычайной ситуации;

– определять порядок разбронирования резервов материальных ресурсов, находящихся в зоне чрезвычайной ситуации, за исключением государственного материального резерва;

– определять порядок использования транспортных средств, средств связи и оповещения, а также иного имущества центральных органов исполнительной власти, муниципальных органов и организаций;

Для ликвидации чрезвычайных ситуаций могут привлекаться специально подготовленные силы и средства Вооруженных Сил Донецкой Народной Республики, других войск и воинских формирований. Порядок их привлечения определяется Главой Донецкой Народной Республики в соответствии с законодательством Донецкой Народной Республики.

Краткая характеристика мероприятий по спасательным работам приведена в таблице 1.

Таблица 1 - Основные аварийно-спасательные и неотложные работы, применяемые специалистами

Аварийно-спасательные работы	Другие неотложные работы
1.Разведку маршрутов движения формирований и участков предстоящих работ	1.Прокладка колонных путей и устройство проездов (проходов) в завалах и на зараженных участках
2.Тушение пожаров на путях движения формирований и участках работ	2.Локализация аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях
3.Розыск пораженных и извлечение их из завалов, поврежденных и горящих зданий, загазированных задымленных и затопленных помещений	3.Укрепление или обрушение угрожающих обвалом конструкций зданий (сооружений) на путях движения к участкам проведения работ
4.Оказание первой доврачебной помощи пораженным и эвакуация их в лечебные учреждения	
5.Санитарная обработка людей обеззараживание их одежды, территории, сооружений, техники, воды и продовольствия	

Общественные объединения так же участвуют в ликвидации чрезвычайных ситуаций, действуют под руководством соответствующих органов управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. На органы управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций возлагается ответственность за решение вопросов, связанных с перевозкой членов общественных объединений к зоне чрезвычайной ситуации и обратно, организацией размещения, питания, оплаты труда, материально-технического, медицинского и других видов обеспечения их деятельности в этих условиях.

Резервы финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций создаются заблаговременно в целях экстренного привлечения необходимых средств в случае возникновения

чрезвычайных ситуаций в установленном порядке законодательством Донецкой Народной Республики.

Список литературы:

1. Жаворонкова Н.Г. Эколого-правовые проблемы обеспечения безопасности при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / Н.Г. Жаворонкова [Электронный ресурс]. 2007 - Режим доступа: <https://www.litres.ru/natalya-grigorevna-zhavoronkova/ekologo-pravovye-problemy-obespecheniya-bezopasnosti-pri-chrezvychaynyh-situatsiyah-prirodnogo-i-tehnogenno-go-haraktera/> - 270 с.
2. Безопасность. Орловская область. [Электронный ресурс]. 2007 - Режим доступа: <http://mchs-orel.ru/obshhie-polozheniya-po-avarijno-spatelnym-i-drugim-neotlozhnym-rabotam/>
3. Закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Текст]. Принят Народным Советом Донецкой Народной Республики 20 февраля 2015 года (Постановление № I-67П-НС), от 26 февраля 2015г. № 11-ИНС — Донецк, 2015. 23 с.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ЛЕБЕДИНСКОГО ГОКА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Сашенко Л.А., магистрант,
Ястребинская А.В., канд. техн. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной работе рассмотрена проблема пыления хвостохранилища Лебединского ГОКа. Пыль поднимающаяся с поверхности хвостохранилища оказывает негативное воздействие на прилегающие территории и здоровье населения. Отражены существующие способы закрепления поверхностей пляжей хвостохранилищ, а также описаны способы используемые для пылеподавления на хвостохранилище Лебединского ГОКа.

Ключевые слова: Лебединский ГОК, хвостохранилище, способы, отходы, пыль, компоненты.

Современные тенденции роста промышленности в мире показывают уверенное увеличение объемов добычи и последующей переработки железосодержащих руд, что, соответственно, приводит к увеличению отходов, так называемых хвостов, для которых строятся хвостохранилища. Они состоят из сложной системы гидротехнических комплексов, в том числе, гидротранспорта и гидроукладки, а также очистки и сброса воды с возможностью ее повторного использования, что безусловно, имеет воздействие на окружающую среду [4]. Так, например, хвостохранилище Лебединского ГОКа покрывает территорию к 3,6 км². Каждый год, карьерным способом на поверхность поднимается 47 млн. т. руды, из которых в отходы уходит 27 млн. т., распределены по площади 1450 га. В теплое время года, температура на поверхности хвостохранилища может достигать 50-ти градусов, что приводит к его высушению и последующей ветровой эрозии и уже при скорости ветра 5 м/с образовавшиеся частицы пыли начинает разносить ветром, поэтому задача купировать образование пыли актуальна как никогда.

Железородная пыль, поднимающаяся с поверхности хвостохранилища, оказывает негативное воздействие на продуктивность почв сельскохозяйственного назначения, прилегающих к хвостохранилищу. Это связано с содержанием, в повышенных концентрациях, тяжелых металлов, таких как цинк, медь, марганец, хром, свинец, железо. Одним из путей снижения негативного

воздействия является рекультивация дамб обвалования и их поверхностей. Однако данное мероприятие возможно применять в основном только на отработанных хвостохранилищах [1].

Главным способом пылеподавления на работающих хвостохранилищах является создание на их поверхности искусственных эрозионостойких покрытий, компоненты представлены на рис. 1.

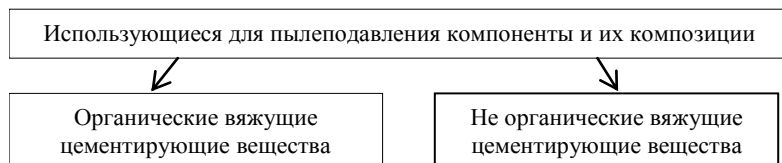


Рисунок 1 – Компоненты применяемые для пылеподавления

Существуют несколько способов закрепления поверхности пляжей, каждый из которых подробно описан в табл. 1[2]:

Таблица 1 - Способы закрепления поверхностей пляжей хвостохранилищ

№ п/п	Наименование метода	Описание
1	Аэродинамический	Данный метод заключается в изменение аэродинамического режима таким образом, чтобы скорость ветрового потока не смогла вызвать перехода частиц в аэрозольное состояние. Для этих целей создаются лесозащитные полосы
2	Гидротехнический	Данный метод заключается в постоянном увлажнении поверхности пляжа ирригационными установка, либо дождевальными машинами с использованием воды из прудка отстойника или за счет изменения технологической схемы сброса пульпы
3	Технологический	Этот метод заключается в добавление в пульпу реагента, способного связать твердые частички после их отложения

Продолжение табл. 1

4	Механический	Данный метод заключается в обсыпке по всей защищаемой площади слоя щебня или гравия толщиной 0,15 – 0,20 м. Однако данный способ является предпочтительным в условиях сухого, а также сурового климата, где невозможно или трудно обеспечить постоянное поддержание растительного покрова
5	Биологический	Сущность метода заключается в обогащении путем посева многолетних трав и с использованием или без использования слоя растительного грунта на защищаемой поверхности
6	Химический	Данный метод заключается в направленном изменении параметров поверхностного слоя намытого материала методом создания противозерозионного покрытия из материала плотины, обработанного химическими вяжущими субстанциями

На хвостохранилище Лебединского ГОКа для борьбы с пылением отходов обогащения используют способы представленные в табл. 2.

Таблица 2 - Способы использующиеся для пылеподавления на хвостохранилище Лебединского ГОКа

№ п/п	Наименование способа	Описание
1	Орошение водой	Реализуются при помощи гидрозавесы, которая перехватывает взвешенные в воздухе частицы пыли
2	Дождевание	Реализуется при помощи дождевальной установки, требующей специальной водопроводной сети

Для эффективной работы обозначенных конструкций нужно обеспечивать высшую дальность транспортирования капель воды в воздушной среде. С этой целью используют специальные сопла, устраивают высоконапорные системы подачи воды, утяжеляют капли введением специальных добавок. Этот метод наименее эффективен в знойную погоду, в связи с тем, что пылящие пляжи моментально высыхают, поэтому требуется непрерывный полив, а это экономически не выгодно.

К основным принципам разработки химических способов технического восстановления относится учет минералогических характеристик грунта. Представляется существенным понятие ресурса грунта, т.е. наиболее реакционно способных компонентов минерального комплекса по отношению к химическому воздействию. Для техногенных грунтов хвостохранилища Лебединского ГОКа характерно содержание кварца и железосодержащих минералов. В случае отходов обогащения Лебединского ГОКа, для разработки методов закрепления дисперсных техногенных грунтов нужно применять железосодержащие составляющие минерального комплекса. Железосодержащие минералы являются ресурсом грунта, нестабильным по отношению к кислотной активации. Данный принцип лежит в основе метода закрепления поверхности хвостохранилищ, который был разработан в институте ВИОГЕМ. Обработка поверхности хвостов производится слабым раствором соляной кислоты. Образующийся в итоге слой, обладает повышенным содержанием влаги, и за счет этого достигается пылеподавление. Для разбрызгивания закрепляющих составов применяют поливочные машины коммунального и сельскохозяйственного опытно – промышленного назначения. Закрепление данным способом, проведенное на хвостохранилище Лебединского ГОКа, показало, что кислотная обработка техногенного грунта не обеспечивает отсутствие пыления. Таким образом, разработка способа пылеподавления хвостохранилища Лебединского ГОКа остается актуальной.

Список литературы:

1. Борисов В.Г. Исследование закрепления хвостохранилищ полимерами // Вентиляция и очистка воздуха. М., 1972. С.150-158.
2. Винников В.А., Каркашадзе Г.Г. Гидромеханика. Учебник для вызов. Изд.: М.: Московский государственный горный университет. 2003. 304 с.
3. Лычагин Е.В. Закрепление поверхности хвостохранилищ для предотвращения пыления // Сб. научных трудов «Вопросы

- эксплуатации хвостохранилищ и охраны окружающей среды». Белгород: ВИОГЕМ, 1988. С.18-20.
4. Сергеев С.В., Синицина И.В. Негативное воздействие хранилищ отходов обогащения на окружающую среду и способы пылеподавления. // Известия Тульского государственного университета. Серия «Геомеханика. Механика подземных сооружений». Тула: Изд-во ТулГУ, 2006. Вып.4. С.159-163.

УСТАНОВЛЕНИЕ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ДЛЯ ЗУЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Феськова Е.А., ассистент,
Насонкина Н.Г., д-р техн. наук, профессор,
Богак Л.Н., ст. препод.,
Лозинская В.А., ассистент**
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация: В статье рассмотрено обследование прибрежных зон Зуевского водохранилища, с целью разработки предложений по вводу специального режима и стратегии по улучшению экологического состояния водного объекта. Исходя из анализа существующей ситуации, предлагается системный подход по организации водоохраной зоны и прибрежных защитных полос. Апробация стратегии зонирования позволила в рамках проекта улучшить экологическое состояние прибрежных зон.

Ключевые слова: водоохранная зона, прибрежная защитная полоса, проект землеустройства, правила землепользования, санитарно-защитная зона, категория земель.

Исторически складывается так, что в зонах влияния водных объектов располагается большое количество промышленно-складских предприятий. Это обусловлено тем, что прибрежные территории водоемов являются привлекательными для инвестиций, а также особенностями технологических процессов предприятий. Одним из крупнейших водопользователей являются электрические станции. В этом случае водные объекты используются в качестве технического водоснабжения.

На рассматриваемом водном объекте – Зуевском водохранилище (на р. Крынка) находится несколько гидротехнических сооружений Зуевской ТЭС и Зуевской ТЭЦ (рис. 1). Основным назначением водохранилища можно считать обеспечение технологических процессов этих двух предприятий, а также гидрологических процессов реки Крынки. По сравнению с другими производствами энергетика наносит один из наибольших ущербов окружающей среде, как по общему воздействию на биосферу, так и по потреблению ресурсов.

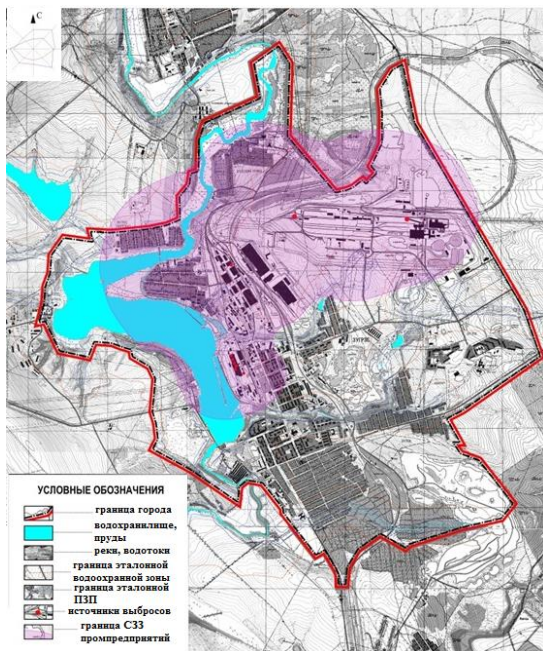


Рисунок 1 - Схема положения водоохранной зоны и прибрежной защитной полосы Зуевского водохранилища в системе города Zugres Харьцызской администрации

Для формирования защитного барьера создаются санитарно-защитные зоны (далее СЗЗ) [8]. В зависимости от класса санитарно-гигиенической опасности (I-V классы) устанавливаются определенные размеры СЗЗ, радиус которых варьируется от 1000 до 50 м [9].

Территория СЗЗ не может быть использована для рекреации, в ее пределах запрещена жилая застройка, размещение дачных и садовых участков, а также размещение хранилищ питьевой воды и предприятий пищевой промышленности. Основное назначение зоны санитарной охраны водопользования - предотвращение превышения установленных нормативных показателей микробного и химического загрязнения воды в пределах района фактического и перспективного водопользования [10].

Согласно Водному Кодексу Украины, ст. 79 река Крынка относится к средним рекам, на них прибрежная защитная полоса устанавливается шириной 50 метров. В границах уже существующих населенных

пунктов прибрежная защитная полоса устанавливается с учетом градостроительной документации.

Значительная территория водохранилища и его побережья находится в санитарно-защитной зоне от промышленных предприятий разного класса опасности: - КП «Зуевский энергомеханический завод» – 300 м; - СЕ «Донбассэнергоспецремонт» – 1000 м; - ГП «Зуевская ТЭЦ» – 500 м; - СЕ «Зуевская ТЭС» ООО «Востокэнерго» – 1000 м.

При анализе существующей ситуации на прибрежных территориях Зуевского водохранилища выявлено, что в санитарную защитную зону этих предприятий попадают зоны жилой застройки и социальной сферы, а также места зон отдыха. Однако, согласно действующим санитарным и градостроительным нормам и правилам, эти объекты запрещается размещать в санитарно-защитных зонах. В настоящее время необходима организация территории с целью упорядочения прибрежной зоны водохранилища, что предусматривает вынос объектов жилой застройки и социальной сферы за пределы вредного воздействия предприятий или проведение специальных мероприятий на предприятиях с целью сокращения санитарно-защитной зоны.

Одним из важнейших путей сохранения, восстановления и охраны водных объектов является установление водоохраных зон и прибрежных защитных полос. Проектирование водоохраных зон и прибрежных защитных полос – необходимый механизм определения их границ, регламента хозяйственной деятельности и системы природоохранных мероприятий, реализуемых на их территории [11]. Одной из важнейших задач проектирования охранных зон является учет региональных особенностей территорий, что не предусмотрено в Водном кодексе [1, 2].

Исходя из анализа существующей ситуации на прибрежных территориях Зуевского водохранилища, предлагается системный подход по организации водоохраной зоны и прибрежных защитных полос (рис. 1). Основным фактором, оказывающим влияние на принятие решений по установлению границ прибрежной защитной полосы и водоохраной зоны, является комплекс природных и антропогенных факторов, а также сложившаяся застройка на момент разработки проекта по установлению границ охранных зон.

На основании выполненного обследования территорий, попадающих в зону влияния водохранилища, выявлено, что почти вся площадь города Зугрэс находится в системе водосбора реки Крынка. Учитывая результаты исследования, разработаны методические указания, в которых предложены правила землепользования и

застройки городских земель, расположенных в водоохранной зоне и прибрежной защитной полосе Зуевского водохранилища.

Правила землепользования и застройки, или план градостроительного зонирования территории, в водоохранной зоне Зуевского водохранилища г. Зугрэса Харцызской администрации (далее Правила) предложены к разработке как нормативно-правовой акт местного органа самоуправления административно-территориальной единицы, принятым в соответствии с Земельным кодексом Украины, Водным кодексом Украины, Законами Украины [3, 4, 5, 6, 7], а также с учетом положений других актов и документов, которые определяют основные направления социально-экономического и градостроительного развития территории администрации, охраны его культурного наследия, окружающей среды и рационального использования природных ресурсов.

При использовании водных объектов для промышленных нужд водопользователи обязаны придерживаться установленных условий специального водопользования, экологических требований, а также проводить мероприятия для уменьшения расхода воды (особенно питьевой) и прекращения сброса загрязненных обратных вод путем совершенствования производственных технологий, схем водоснабжения и очистки сточных вод.

Использование земельных участков и иных объектов недвижимости, расположенных в пределах водоохранной зоны Зуевского водохранилища, определяется режимом застройки и другого использования, которые определены применительно к соответствующим территориям, а также ограничениями, которые установлены законами и нормативно-правовыми актами применительно к водоохранной и санитарно-защитным зонам.

Предложенные методические указания по организации и упорядочению территорий, попадающих в зону влияния водохранилищ, путем разработки правил землепользования и застройки с учетом региональных особенностей, исторически сложившейся градостроительной ситуации и установления соответствующих регламентов, позволит снизить воздействие негативных антропогенных факторов на состояние водохранилища и реки в целом. Органы местного самоуправления получают эффективный документ для управления территориями города.

Вопросы землепользования и застройки территорий, находящихся в зонах влияния водных объектов актуальны, требуют дальнейшей научной разработки.

Список литературы:

1. Водный Кодекс Украины (Ведомости Верховной Рады Украины (ВВР), 1995, № 24, ст.189) [Электронный ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр>.
2. Водный кодекс Российской Федерации, принят 29.10.2003 г. [Электронный ресурс] – URL: <http://vodnkod.ru>
3. Закон Украины «Об основах градостроительства» №2780-XII от 16.11.1992 г. (редакция 10.06.2017) [Электронный ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2780-12>
4. Закон Украины «О регулировании градостроительной деятельности» №3038-VI от 17.02.2011 г. (редакция 01.01.2019) [Электронный ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>
5. Закон Украины «О местном самоуправлении в Украине» №280/97-ВР от 21.05.1997 г. (редакция 11.01.2019) [Электронный ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-вр>
6. Закон Украины «Об аренде земли» № 161-XIV от 06.10.1998 г. (редакция 01.01.2019) [Электронный ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/161-14>
7. Постановление Кабинета Министров Украины от 08.05.1996 года N 486 "Порядок определения размеров и границ водоохранных зон и режима ведения хозяйственной деятельности в них". [Электронный ресурс] – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/486-96-п>
8. ГСП № 173 от 19.06.96 г. (с изменениями). «Государственные санитарные правила планирования и застройки населенных пунктов»;
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. Постановление от 17.05.2001 г. N 15 [Электронный ресурс] – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901787813>
10. Дьяконов А.В. Экологическое проектирование и экспертиза. М.: Аспект Пресс, 2005. 384 с.
11. Чернышев А.В. Оптимизация выделения водоохранных зон в бассейнах малых рек: на примере р. Сызранки Ульяновской области: автореф. дис. канд. биол. наук. Ульяновск, 2011. 24 с.

УСТОЙЧИВОСТЬ СКЛОНА, ИСПЫТЫВАЮЩЕГО ДАВЛЕНИЕ НАПОРНОГО ПОТОКА

**Фролов Э.К., канд. техн. наук, доцент,
Ярош Е.Э., ассистент**

*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В статье рассматривается характер развития суффозионного процесса при воздействии на грунтовый массив склона вязко-пластичного потока, что приводит к размыву прибрежной зоны моря или реки. Для устранения этого явления предложен способ защиты склонового рельефа. Сущность которого заключается в том, чтобы собрать грунтовую воду в разгружающие колодцы и по дренажным траншеям отвести её в сторону моря или реки.

Ключевые слова: экология, рельеф, суффозия, склон, оползень-поток, реология, ядро ползучести, вязко-пластическое течение, гидравлический градиент, гидравлическое давление, активное давление грунта, противofильтрационная завеса, разгружающие колодцы, дренажная траншея.

Одной из причин ухудшения экологической обстановки территории, являются рельефообразующие факторы. Это характерно для территорий, на которых могут развиваться такие склонообразующие процессы, как суффозия, что приводит к развитию овраго-балочных рельефов. Активизация этих процессов усиливается при наличии подземных, особенно, напорных вод. При этом на склонах, угол падения, которых превышает 10^0 суффозия, процесс может развиваться от простого высачивания грунтовой воды, до выноса минеральных частиц грунта и лавинообразного выноса материалов склона, по типу селевых потоков, образуя уступы и периодически - потоки. Это приводит к коренному ухудшению экологической обстановки, связанной с размыванием значительной площади земной поверхности. Очевидно, что для таких территорий необходимо разрабатывать способ их защиты.

Решение этой задачи невозможно без рассмотрения некоторых реологических процессов в грунтовом массиве склонов.

Реология – это раздел механики сплошных сред, в которых изучаются такие виды деформаций, как: вязкость, пластичность, текучесть. Все материальные тела подвергаются в той или иной степени этими видами деформации. Большая часть материалов, исследуемых

реологией, представляет собой дисперсные системы, состоящие из частиц песка, пустоты (поры), а между ними цепочками коллоидные частицы глины, в порах между ними грунтовая вода. Эта система сходна со структурой, что характерно для супесчаных грунтов балок или побережья рек и морей.

С точки зрения реологии, дисперсные системы можно разделить на золи, которые ведут себя как жидкости и гели, в которых преобладает твердая фаза, структура которой может быть неоднородной.

Для такого грунтового массива, испытывающего действие напорного потока, наиболее характерными видами деформации является вязкое или пластичное течение, закономерности которых аналогичны.

Основной закон вязкого течения установлен в 1687г. Ньютоном и выражается следующей формулой:

$$F = \eta S \frac{V_2 - V_1}{y_2 - y_1} \quad (1)$$

$$\frac{V_2 - V_1}{y_2 - y_1}$$

где: $y_2 - y_1$ – разность скоростей перемещения слоев жидкости, расстояние между которыми равно ($y_2 - y_1$);

S – площадь жидкости потока;

$$\frac{V_2 - V_1}{y_2 - y_1}$$

$y_2 - y_1$ – градиент скорости;

η - (пуаз) – единица измерения динамичности вязкости (коэффициент внутреннего трения).

Пуаз в системе СГС имеет размерность (η) = сек, и называется «ядро вязкости». В системе СИ размерность (η) = 86,4п т.е. $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$ (сут) и может применяться как одно из слагаемых, при определении нагрузка во времени. При этом натуральное число п, это сутки, что определяет длительность действия суффозионного процесса.

Таким образом, формула Ньютона позволяет определять скорость нарастания нагрузки на подпорное сооружение при движении вязко-пластического потока $\frac{\text{кН}}{\text{м}}$ (сут).

Напряженно-деформируемое состояние скелета грунта, зависит от времени (t). Опытами В.А. Флорина и его последователями было доказано, что деформацию скелета дисперсных грунтов можно описать, используя линейную теорию наследственной ползучести Больцмана – Вольтера при непрерывном нагружении. Поэтому при решении задач, связанных с устойчивостью откосов, сложенных супесчаными

грунтами, можно использовать закономерность вязко-пластического течения.

Сложность постановки опытов этого явления, заключается в том, что нет четкого закона пластичности, который отражал бы все важнейшие свойства пластических деформаций при сложном напряженно-деформированном состоянии тел в широком диапазоне изменения температуры и времени. Поэтому для решения практических задач были разработаны приближенные инженерные методы расчета.

В наиболее законченном виде эти разработки изложены в трудах Н.А.Цытовича и его последователей.

Для подпорных сооружений существенное значение имеет установившаяся ползучесть грунтов при сдвиге, т.к. при этом рассматривается геомеханическая задача для определения давления вязко-пластической массы на подпорную конструкцию, при устойчивом ее состоянии.

Напряженное состояние массива при установившемся вязко-пластическом состоянии определяется по формуле Бингама-Шведова:

$$\tau_i = \tau_0 - \eta u, \quad (2)$$

где η – коэффициент (ядро) вязкости;

τ_0 – начальное сопротивление сдвига;

U – деформация сдвига.

Применимость этого уравнения к глинистым грунтам доказана многочисленными опытами В.А.Гибендера, Н.Н.Маслова, М.Н.Гольдштейна и др. Н.А.Цытович, развивая эти идеи, определяя скорость смещений при сдвиге.

При рассмотрении задачи по укреплению откоса, испытывающего воздействие водонапорного потока, необходимо решить следующие вопросы:

- определить место, где выполняется условие, когда силы, удерживающие, равны силам сдвигающим;
- время, за которое будет полностью реализован оползневый процесс;
- время, за которое будет полностью размывта уступная часть склона;
- способ защиты склона от размывающего воздействия напорного потока.

Для решения этих вопросов следует определить состояние устойчивости склона в его краевой части.

$$K_{st} = \frac{\sum N_{yg}}{\sum N_{cg}} = 1,0 \quad (3)$$

где K_{st} – коэффициент заноса устойчивости склона;

$\sum N_{yg}$ – гравитационная составляющая напряжённого состояния склона $\frac{\gamma d^2}{2} tg^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2}\right)$

$\sum N_{cg}$ – гравитационная $\frac{\gamma d^2}{2} tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$, статическая гидравлическая и гидродинамическая силы, вязко-пластического потока.

В этой точке склона резко увеличивается градиент потока, что указывает на увеличение гидравлической силы на устойчивость склона. Дальнейшие расчеты следует приводить с учетом слагаемого $tg\varphi^1$, где η – ядро вязкости, равное 86,4. Угол внутреннего трения дисперсной среды (φ^1) определяется в лабораторных условиях по схеме «пашка по пашке».

Кольцевая крепь перфорируется со стороны водного потока по высоте его мощности. Между колодцами устраиваются водонепроницаемые завесы. Таким образом грунтовая вода между дренажными траншеями, будет отводиться, в инженерные сети, если склон – это побережье, то отводиться в море или реку.

Сущность способа защиты склона заключается в том, чтобы концевую часть уступа защитить от воздействия напорного потока. Для этого по всему склону собирается грунтовая вода в разгружающие колодцы и по дренажным траншеям отводится в инженерные сети или к побережью рек или моря. Между колодцами устраиваются водонепроницаемые завесы из железобетонных свай, забиваемых в сопрягающиеся скважины, заполненными уплотненным грунтом

Список литературы:

1. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1). Москва: Минстрой России. 2015. 162 с.
2. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* / Минрегион России. – Москва. 2011. 161 с.
3. EN 1997-1:2004. Еврокод 7 – Геотехнические расчеты/ Европейский комитет по стандартизации. 2004. 164 с.
4. Цытович Н.А. Механика грунтов. М.: Высшая школа, 1973.
5. Райнер М. Реология. М.: Высшая школа, 1965.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ КРАЙНЕГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Якубович И.А., д-р техн. наук, профессор

*Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)*

Аннотация: Дано описание методики количественной оценки экологической устойчивости для территорий, характеризующихся явно выраженным дефицитом годовых количеств солнечной энергии. Главным показателем экологической устойчивости является прогнозируемый период самовосстановления растительности по окончании техногенного воздействия на территорию. Показано, что при возможном потеплении до 2 градусов в климатических условиях Магаданской области периоды самовосстановления сокращаются незначительно (от 3,0% до 7,3%, в зависимости от типов почвенных комплексов).

Ключевые слова: экологическая устойчивость, моделирование, изменение климата.

Глобальные климатические изменения, выражающиеся в первую очередь в постепенном возрастании температур атмосферного воздуха, в настоящий момент являются общепризнанным фактом; до определенной степени дискуссионным остается лишь вопрос о роли и значимости техногенных факторов в общем процессе глобального потепления. Однако, независимо от причин этого потепления, учет тренда на повышение температуры воздуха на перспективу до 2050 года и далее, является абсолютно необходимым условием для адекватного прогнозирования экологического состояния природных систем и комплексов. Общие подходы к оценке экологического состояния территории и возможных экологических рисков отражены в [1-3]; учет региональных природно-климатических изменений показан в [4]. Вопросы использования геоинформационных технологий, позволяющих в полной мере учитывать природно-климатические особенности при оценке экологических рисков, рассмотрены в [5, 6], в том числе методические подходы к эффективному построению геоинформационных систем большого территориального охвата приведены в [7].

Особый интерес для новых температурно-климатических условий представляет оценка экологической устойчивости техногенно

нарушенных территорий, расположенных в зонах с географически обусловленным дефицитом солнечной радиации в сочетании с наличием вечномерзлых или многолетнемерзлых грунтов, весьма уязвимых к изменениям температурного режима окружающей среды. Применительно к текущему состоянию климата Магаданской области показано, что самовосстановительный потенциал территории, нарушенной при производстве горных работ либо при устройстве временных автомобильных дорог, является, за редким исключением, достаточно низким, и прогнозируемые периоды самовосстановления этих территорий (после прекращения техногенной деятельности) достигают десятков, а для тундровых почв – сотен лет [8]. Учет этого обстоятельства в планах освоения северных территорий отражается как существенные по своей величине дополнительные затраты на поддержание экологического равновесия на территориях, вовлеченных в хозяйственную деятельность (использование технологий, минимизирующих повреждение природных комплексов, проведение рекультивационных мероприятий, наиболее соответствующих конкретным природно-климатическим условиям, и т.д.) [9].

В качестве основного показателя, количественно характеризующего экологическую устойчивость территории, рассматривается прогнозируемый период самовосстановления $T_{\text{СВ}}$ – время, за которое на техногенно нарушенной территории восстанавливаются растительные комплексы как основа территориальной экосистемы [10]. Основными факторами, наиболее значимо влияющими на продолжительность периода самовосстановления в условиях Крайнего Северо-Востока России, являются:

- Динамика и количество солнечной радиации, поступающей на территорию в течение одного среднестатистического года. При этом наиболее значимым количественным показателем является суммарная солнечная энергия на протяжении вегетативного периода $E^{(+5)}$ (при определении данного показателя не учитывается поступление солнечной радиации при температурах воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$).
- Биопродукционные параметры, характеризующие динамическое равновесие растительных комплексов в их первоначальном (ненарушенном) состоянии: удельные количества фитомассы F_0 и органического вещества V_0 , а также среднегодовые темпы их обновления в гомеостазисном состоянии ΔF и ΔV . Числовые значения этих параметров

зависят от типов почвенных комплексов на техногенно изменяемой территории (тундровая, болотная, пойменная и т.д.).

При оценке количества солнечной энергии $E^{(+5)}$ рассматривается среднестатистический год, который количественно описывается усредненными данными многолетних инструментальных наблюдений за климатом, зафиксированными для каждого месяца этого года:

- атмосферное давление p , Па;
- абсолютная температура воздуха T , °К;
- среднее значение относительной влажности воздуха m_{mid} , %;
- количество нижней облачности n_{low} , баллов;
- количество верхней облачности n_{high} , баллов;
- интенсивность тумана, выраженная в условных единицах.

В процессе перехода от основных (среднегодовых) параметров состояния атмосферы к параметрам, соответствующим произвольным моментам времени моделируемого среднестатистического года (производным параметрам) первоначально осуществляется аппроксимация среднемесячных значений с помощью кубических сплайнов. При этом величина каждого среднемесячного значения относится к середине соответствующего месяца. Далее по единой системе аппроксимирующих полиномов осуществляется определение среднедневных значений параметров.

На протяжении среднестатистического года выполняется моделирование движения Солнца по эклиптике, и через фиксированные моменты времени определяется количество доходящей до поверхности Земли солнечной энергии. Модель динамики значений биопродуционных параметров [8] отличается асимптотическим характером. С течением времени текущие значения F и V стремятся к постоянным значениям, характерным для ненарушенного состояния территории, но в рамках используемой модели достижение этих значений (выполнение условий $F=F_0$ и $V=V_0$) требует бесконечно большого периода. Соответственно, для оценки величины остаточных техногенных повреждений территории используются критерии $F=0,75F_0$ (растительные комплексы в основном восстановлены) и $F=0,9F_0$ (растительные комплексы практически полностью восстановлены); аналогичные критерии используются и в отношении V . Каждому выбранному критерию соответствует определенное значение $T_{\text{СВ}}$, получаемое по результатам моделирования динамики значений

параметров F и V на протяжении ряда считающихся одинаковыми среднестатистических лет.

В табл. 1 приведены прогнозные периоды самовосстановления растительности для трех типичных почвенных комплексов Магаданской области. Уровень остаточного техногенного повреждения территории (ее состояние в начале самовосстановительного процесса) характеризовался значениями биопродуционных параметров $F=0,25F_0$ и $V=0,25V_0$; климатические параметры соответствовали условиям г. Сусумана.

Таблица 1 - Влияние состояния климата на прогнозируемые периоды самовосстановления растительных комплексов Магаданской области

Моделируемые показатели	Почвенные комплексы		
	тундровые глеевые	торфянистые болотные	пойменные мелкодерновые
Биопродуционные параметры, ц/га			
F_0	543,8	341,1	2771,8
V_0	540,6	453	3031,3
ΔF	0,12	2,87	30,6
ΔV	8,1	25,5	95,2
Период самовосстановления T_{CB} для текущего климата, лет			
$F=0,75F_0$	344	40	33
$V=0,75V_0$	127	33	22
$F=0,9F_0$	1690	104	83
$V=0,9V_0$	440	73	44
Период самовосстановления T_{CB} при потеплении на 1 °С, лет			
$F=0,75F_0$	333	39	33
$V=0,75V_0$	123	32	21
$F=0,9F_0$	1620	100	80
$V=0,9V_0$	425	71	43
Период самовосстановления T_{CB} при потеплении на 2 °С, лет			
$F=0,75F_0$	324	38	32
$V=0,75V_0$	121	32	21
$F=0,9F_0$	1567	97	77
$V=0,9V_0$	413	69	42

Можно видеть, что повышение средней температуры воздуха на величину до +2 °С не приводит к значительному сокращению прогнозируемых сроков самовосстановления нарушенной

растительности. Ожидаемые изменения T_{CB} составляют от 3,0% (критерий $F=0,75F_0$ для пойменных мелкодерновых почв) до 7,3% (тундровые глеевые почвы, критерий $F=0,9F_0$). В то же время, потепление климата может сопровождаться изменением и иных параметров состояния атмосферы (в первую очередь, влажности и облачности), влияние которых на экологическую устойчивость территории необходимо исследовать дополнительно.

Список литературы:

1. Сугак Е.В. Современные методы оценки экологических рисков // *European Social Science Journal*. 2014. №5-2. С.427-433.
2. Грехнев Н.И. Опыт многофакторного моделирования зон экологического риска в горнопромышленных районах юга Дальнего Востока / Н.И. Грехнев, Л.Н. Липина, С.И. Лапекина // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2014. №5. С.215-220.
3. Цыцура А.А. Разработка имитационной модели управления экологической безопасностью / А.А. Цыцура, О.Н. Нечитайло // *Экология и промышленность в России*. 2007. №5. С.40-42.
4. Гордов Е.П. Геоинформационная веб-система для исследования региональных природно-климатических изменений и первые результаты ее использования / Е.П. Гордов, И.Е. Окладников, А.Г. Титов, В.Ю. Богомолов, Т.М. Шульгина, Е.Ю. Генина // *Оптика атмосферы и океана*. 2012. Т.25. №2. С.137-143.
5. Якубович А.Н. Использование геоинформационных технологий при анализе и прогнозировании экологического состояния территорий дорожной сети / А.Н. Якубович, И.А. Якубович // *В мире научных открытий*. 2015. №6. С.52-63.
6. Трофименко Ю.В. Методика прогнозирования рисков чрезвычайных ситуаций природного характера на сети автомобильных дорог / Ю.В. Трофименко, А.Н. Якубович // *Безопасность в техносфере*. 2015. Т.4. №2. С.73-82.
7. Федосеев А.А. Построение модели транспортной инфраструктуры на основе пространственно-спектральной аэрокосмической информации / А.А. Федосеев, Т.И. Михеева, С.В. Михеев // *Программные продукты и системы*. 2018. №1. С.25-31.
8. Якубович А.Н. Прогнозирование периодов восстановления природных комплексов, нарушенных при производстве горных работ / А.Н. Якубович // *Естественные и технические науки*. 2009. №2. С.232-236.
9. Якубович А.Н. Управление освоением горнопромышленной территории на основе результатов геомоделирования самовосстановительных процессов природных комплексов / А.Н. Якубович, В.М. Шек // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2009. №S2. С.457-463.

10. Якубович А.Н. Моделирование и оценка природных и техногенных рисков в автотранспортном комплексе / А.Н. Якубович, Ю.В. Трофименко, И.А. Якубович. М.: Изд-во МАДИ, 2018. 232

9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ И МОДЕЛИРОВАНИИ

СТРУКТУРА КОРПОРАТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УТЕЧКИ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

**Булгаков Е.И., магистрант,
Зарудний А.В., аспирант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Приводится схема взаимодействия функциональных элементов корпоративной системы предотвращения утечек конфиденциальной информации. Для каждого из элементов системы определен набор функций. Приведен алгоритм, который позволяет получить полное представление о взаимодействии всех частей системы при работе по предотвращению утечек

Ключевые слова: корпоративная система, предотвращение утечек, конфиденциальная информация,

В настоящее время существует проблема сохранения конфиденциальности корпоративной информации. Сейчас ее ценность очень важна и каждый директор своей компании хочет быть уверен в том, что потоки данных, в которых находится компания, безопасны, с точки зрения тайны корпоративной информации.

Случаи, когда пользователь имеет доступ к ценной тайной информации и пользуется своим положением для ее передачи конкурентам или лицам, не имеющим права доступа на нее, называются утечкой информации. В случае же когда сотрудник компании нарочно выдает тайные сведения сторонним лицам, то речь идет об умышленных утечках информации. Более 65% утечек конфиденциальной информации происходят изнутри и именно поэтому все предприятия: от международных компаний до малого бизнеса, от государственных структур до частных, понимают актуальность и важность этой проблемы.

Необходимость разработки гибкой системы, которая предотвращает утечку информации, состоит в том, что в настоящее время существующие аналоги рассчитаны на большие компании международного уровня, где стоимость установки такой системы на один компьютер очень высока, либо же имеет высокий порог минимальной численности и требованиям к установке такой системы. Более того, практически каждый существующий аналог предоставляет лишь узкий спектр применения, без возможности настраивания под конкретную ситуацию.

Схема взаимодействия функциональных элементов корпоративной системы предотвращения утечек конфиденциальной информации представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Общая схема взаимодействия компонентов системы

Настройка над почтовым клиентом Microsoft Outlook выполняет следующие функции: реализация механизма перехвата отправленных и полученных сообщений; формирование из перехваченных сообщений

стандартизированных заголовков в MIME-формате; передача сообщения в стандарте кодирования UTF-8; установка именованного канала со службой-клиента; передача сообщения; получение решения об отправке от службы-клиента; в зависимости от полученного решения реализация удаления или отправки / получения сообщения; кодирование вложений сообщения в Base64 стандарте.

Служба-клиент выполняет следующие функции: установка именованного канала с надстройкой над почтовым клиентом; получение сообщения; установка TCP-соединения; получение из файла инициализации адрес и порт сервера; передача сообщения в службу-сервер; получение решения от службы-сервера; передача решения по именованному каналу почтовому клиенту.

Служба-сервер выполняет следующие функции: реализация механизма анализа сообщения; принятие решения об отправке; ожидание TCP-соединения; выделение отдельного потока под каждое соединение службы-клиентов; сохранение сообщений в БД.

База данных содержит в себе следующие данные: почтовый адрес отправителя; почтовый адрес получателей; тема сообщения; дата отправки сообщения; время отправки сообщения; тело сообщения; имя пользователя компьютера; IP-адрес компьютера-отправителя; порт отправителя; ссылка на сохраненное сообщение и список вложений, который состоит из:

- Имя вложения;
- Реальный размер вложения (в байтах);
- Тип вложения;
- Ссылка на сохраненный файл на диске;

Приложение вывода сообщений выполняет следующие функции: возможность просмотра сообщений из БД; возможность фильтрации сообщений; возможность просмотра статистики сообщений.

Предполагается, что сотрудник отправляет сообщение без изображения, то есть, оно должно пройти проверку безопасности и должно быть отправлено своему адресату.

Для получения полного представления о взаимодействии всех частей системы при работе по предотвращению утечек был разработан алгоритм, приведенный на рис. 2. Алгоритм также определяет соответствие выполняемых действий конкретному элементу системы.

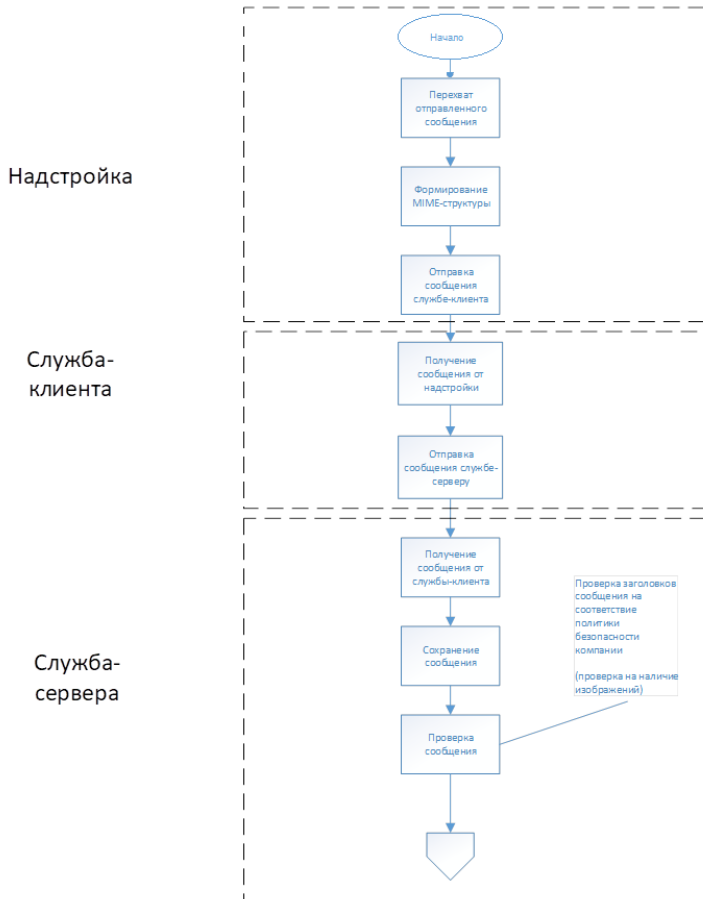


Рисунок 2 – Общий алгоритм

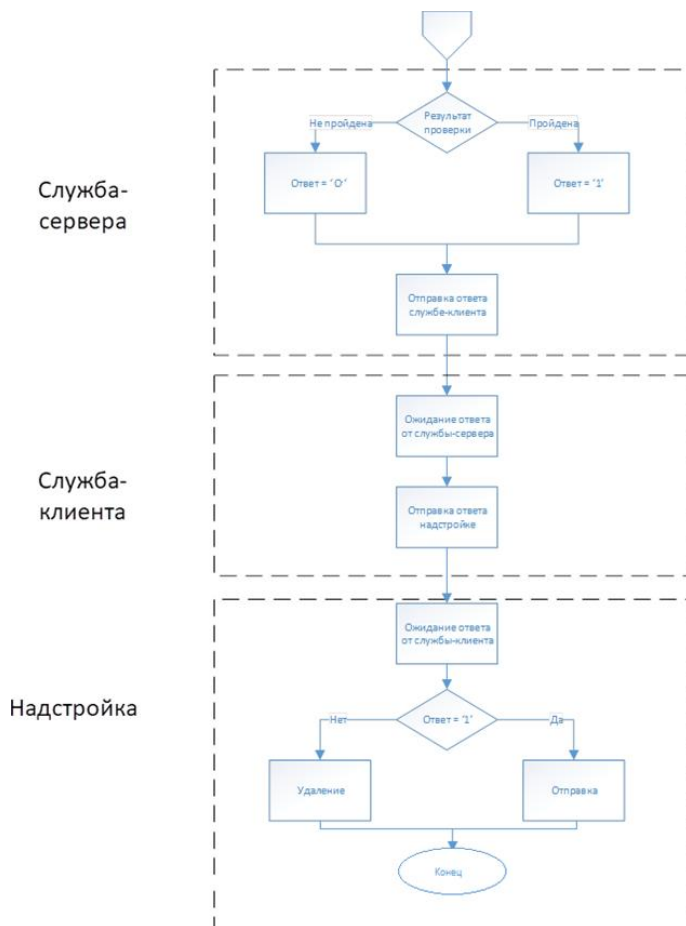


Рисунок 2. Общий алгоритм (окончание)

Список литературы:

1. Глухоедов А. В. Операционные системы. Лабораторный практикум. – Белгород. Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. 377с.
2. Технологии разработки программного обеспечения. Разработка сложных программных систем : учебник / С. А. Орлов. - 3-е изд. - Санкт-Петербург: Питер, 2004. 526 с.

СПОСОБЫ АВТОНОМНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ИГРОВОГО ПЕРСОНАЖА В МАССОВОЙ МНОГОПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ РОЛЕВОЙ ОНЛАЙН ИГРЕ

Жданова С.И., ст. преподаватель,

Мищенко Д. А., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Статья посвящена появлению новой сферы жизни - развлечениям. Определяется экономическая и социальная значимость игровых приложений. Проанализированы способы отслеживания местоположения персонажа в игровом пространстве. Приведены достоинства и недостатки рассмотренных методов.

Ключевые слова: игровой бот, модель "free-to-play", игровой персонаж, перемещение.

Развлечения — одна из важнейших сфер повседневной жизни человека, которая, наряду с образованием, способна существенно влиять на состояние общества. Нужда в них появляется сразу после удовлетворения первичных потребностей. Удовлетворенность их качеством и доступностью является для человека индикатором его социального положения, а для общества — показателем развития экономики страны в целом и ее социальной сферы в частности, так как формирование индустрии развлечений есть прямое следствие достижения определенного уровня доходов населения, когда у него появляются свободные средства.

По данным Superdata, одного из крупнейших аналитических центров в мире по игровой индустрии, за прошлый год российские геймеры потратили более 736 миллионов долларов. В мировом рейтинге рынка видеоигр Российская Федерация занимает шестое место. Основное предпочтение россияне отдают играм модели "free-to-play". Данная модель, дает пользователю право на установку и непосредственно игровой процесс, без внесения денежных средств. Доход же, в свою очередь, генерируется за счет "микроплатежей", представляющих из себя оплачиваемый доступ, к каким-либо недоступным внутриигровым элементам или услугам, делающим игровой процесс более интересным, глубоким, богатым или же простым и ускоренным. Немаловажную роль в увеличении дохода правообладателя и степени удовлетворения игровых потребностей пользователя играет специальное программное обеспечение. Именно

поэтому исследование и реализация алгоритмов игровых ботов или чат-программ является перспективной и актуальной темой изучения.

В словаре геймера под понятие бота подразумевается специальная программа, управляющая действиями персонажа игры. Ботов можно разделить на два типа: 1) бот, выступающий в роли оппонента в сетевой игре, на котором можно тренироваться без наличия реальных противников; 2) программа, имитирующая действия реального игрока, используемая для автоматизации процессов прокачки и фарминга. Основная сложность, возникающая при проектировании бот программ является обучение игрового персонажа движению в трехмерном пространстве без участия человека. В качестве источников входных данных могут выступать процесс чтения игровых данных из оперативной памяти ЭВМ и непосредственный съем координат месторасположения объекта с игрового экрана. Однако заметим, что "вторжение" в игровой процесс, как правило, является запрещенным приемом. Именно поэтому на практике он практически не применяется. Для осуществления способа перемещения игрового персонажа, посредством определения месторасположения на игровом поле, были рассмотрены четыре наиболее вероятные способа реализации: написание макроса, перемещение персонажа с помощью семафора, перемещение персонажа по координатам, модификация перемещение персонажа по координатам.

Рассмотрим подробнее каждый из них.

Макрос

Суть метода заключается в записи и воспроизведении стандартных игровых действий: нажатие/отпускание клавиш клавиатуры, считывании позиции курсора и фиксировании щелчков мыши. Для этих целей разумно использовать скриптовый язык AutoIt или воспользоваться встроенными функциям операционной системы. Несмотря на очевидную простоту, этот метод обладает существенными недостатками, а именно:

1) необходимость задания первоначального положения персонажа. Отклонение от него хотя бы на 1^0 приводит к серьезным ошибкам, таким как столкновение с иными объектами игрового мира или же существенное отклонение от цели. На практике реализация требуемого условия практически невыполнима;

2) клиент-серверная архитектура игрового приложения. Из-за существенного расстояния между игровыми серверами и конечным потребителем временная задержка просто неизбежна. Она приводит к непоправимым изменениям в траектории движения персонажа.

Перемещение персонажа с помощью семафора

Некоторые разработчики игр допускают модификацию игрового интерфейса. Как правило, для этого требуется знание скриптового языка программирования Lua. Благодаря этому, появляется возможность добавления в интерфейс игры семафора, условной точки, задающей положение объекта в пространстве. Семафор разделён на 8 блоков, которые имеют два цвета: зелёный и красный. Блок указывает, где в данный момент находится персонаж, а также путь до следующего пункта назначения. Блоки семафора: первый - точка А (начальная позиция персонажа), второй - левее А (при возврате в точку А указывает необходимую сторону направления), третий - правее А, четвертый - точка В (конечная позиция персонажа); пятый - левее В (при перемещении в точку В указывает необходимую сторону направления), шестой - правее В, седьмой - вперёд, восьмой - назад. Блоки 1 и 4 изменяют цвет на зелёный, если персонаж находится в точка А и В соответственно.



Рисунок 6 – Семафор в игровом поле

Красный цвет указывает на то, что персонаж не находится в точке. Остальные блоки указывают на путь перемещения от точки к точке. Зелёный цвет блока указывает на необходимость действий, для достижения

следующей точки. Красный – передвижение по этому направлению запрещено.

К преимуществам рассматриваемого метода можно отнести: удовлетворительный результат перемещения на небольшие расстояния, возможность использования циклического перемещения.

Однако метод не лишен и существенных недостатков: данный метод непригоден для перемещения на большие расстояния из-за усложнения структуры семафора; высокая зависимость от времени отклика.

Перемещение персонажа по координатам

Суть этого метода сводиться к ручному заданию промежуточных координат, углов поворота между точками А и В, а также указанию траектории передвижения по точкам. Точность движения объекта зависит от количества заданных координат. Автоматизация процесса чтения введенных значений сводиться к написанию скриптов на языке AutoIt. Записывать координаты с углами поворота необходимо в текстовом файле построчно. Преимущества данного метода: высокая точность; отсутствие зависимости к времени отклика; возможность перемещения на большие расстояния. К основным недостаткам необходимо отнести тот факт, что для написания всего маршрута требуется большое количество координат, которые записываются вручную.

Модификация алгоритма перемещение персонажа по координатам

Эта модификация направлена на устранения недостатков метода перемещения по координатам. Для их устранения необходима запись координаты с заданной частотой в фоновом режиме. Полученные значения заносятся в текстовый файл. Это также позволяет повысить точность перемещения. Необходимо отметить тот факт, что, хотя данный способ позволяет устранить недостатки способа перемещения персонажа по координатам, требуется дополнительная корректировка значений для устранения неточно введенных значений

Проанализировав существующие способы задания автономного перемещения персонажа в игровом пространстве, удалось определить их достоинства и недостатки. Однозначно можно сказать, что универсального метода не существует. Выбирая любой способ, приходится либо жертвовать точностью и получать малый временные затраты, либо же высокую трудоёмкость и точный результат.

Список литературы:

1. Стальная В.А. Индустрия развлечений: понятие и основные категории. // Практический маркетинг № 9, 2008 URL: <https://www.cfin.ru/press/practical/2008-09/03.shtml> (Дата обращения 04.03.2019)
2. Пивнев Д.И. Бизнес модель «free-to-play», как современный инструмент генерации прибыли в мобильном сегменте игровой индустрии// NovaInfo.Ru - №30-1, 2015 г. URL: <https://novainfo.ru/archive/?number=30&volume=1> (Дата обращения 04.03.2019)

ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

**Зуев С.В., канд. физ.-мат. наук, доцент,
Лазебная И.А., аспирант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрен подход ранжирования угроз на основе системы весовых коэффициентов, который позволит получить числовые значения экспертной оценки вероятности их возникновения. Он позволяет учитывать случаи, когда оценка вероятности возникновения одной угрозы значительно ниже оценки вероятности возникновения предыдущей угрозы. Его использование будет полезным при решении задачи оценки рисков информационной безопасности, возникающих при учете маловероятных событий, несущих большой ущерб.

Ключевые слова. Информационная безопасность, экспертная оценка вероятности возникновения угроз, ранжирование угроз, система весовых коэффициентов.

Вопросы информационной безопасности, играющие важную роль в обеспечении конкурентоспособности на рынке медицинских услуг медучреждений, подробно освещены в [1]. При этом медицинские информационные системы поднимают вопросы обеспечения конфиденциальности и защищенности личной медицинской информации [2]. Основные научные достижения в области оценки рисков информационной безопасности включают известные методы [3]. В [4] сформулированы рекомендации по формированию экспертной группы и проведению экспертной оценки при определении угроз безопасности информации. В теории экспертных оценок разработан ряд методов проведения экспертизы. Наиболее эффективными оказались методы ранжирования и приписывания баллов, метод анализа иерархий (парных сравнений) [5], метод рандомизированных сводных показателей [6], формулы Фишберна [7].

Использование информационных технологий в деятельности медицинских учреждений в регионах России является объективно необходимым для обеспечения доступности и качества медицинской

помощи населению, эффективности использования трудовых, материально-технических, информационных, иных ресурсов медучреждений.

У каждого из подходов, используемых для решения задачи оценки рисков информационной безопасности, есть свои преимущества и недостатки. Однако же, в любом случае, эта задача остается сугубо экспертной. Выполненный разными экспертами анализ факторов риска, очень часто дает различные результаты.

Существующие прикладные теории, призванные учесть меру субъективного восприятия человека, усложняют и без того непростую методологию анализа рисков и не способствуют ее популяризации.

Согласно рекомендациям [4], при проведении экспертной оценки должны быть приняты меры, которые направлены на снижение неопределенности и уровня субъективности при определении угроз информационной безопасности.

Параметры, в отношении которых рекомендуется проводить экспертную оценку, следующие:

- мотивация нарушителей (цели реализации угроз информационной безопасности);
- потенциал нарушителя, требуемый для реализации угрозы безопасности информации;
- виды и типы нарушителей;
- уязвимости, которые могут быть использованы для реализации угроз информационной безопасности;
- последствия от реализации угроз информационной безопасности;
- способы реализации угроз информационной безопасности;
- степень воздействия угрозы информационной безопасности на каждое из свойств информации;
- вероятность реализации угроз информационной безопасности;
- уровень защищенности информационной системы.

Для проведения оценки перечисленных параметров рекомендуется проводить опросный метод с составлением анкеты.

Получение экспертной оценки включает следующие этапы [4]:

- каждый эксперт проводит оценку оцениваемого параметра (рекомендуется не менее двух раундов оценки);
- в полученных на предыдущем этапе результатах отбрасываются минимальные и максимальные значения;
- определяется среднее значение параметра в каждом раунде;

- определяется итоговое среднее значение оцениваемого параметра.

Ранжирование угроз на основе системы весовых коэффициентов

При проведении экспертной оценки, согласно рекомендациям, принимаются меры, направленные на снижение уровня субъективности и неопределенности при определении каждой из угроз безопасности информации.

Основная идея экспертных методов состоит в том, чтобы использовать интеллект людей, их способность искать и находить решение слабо формализованных задач.

Рассмотрим порядок построения схемы весов Фишберна, который уместен тогда, когда для назначения весовых коэффициентов достаточно знать только степень предпочтения одних угроз другим (варианты: строгое предпочтение, нестрогое предпочтение, безразличие). Весовые коэффициенты Фишберна - это рациональные дроби, в числителе которых стоят убывающие на единицу элементы натурального ряда от N до 1, где N - общее количество показателей, для которых необходимо определить весовые коэффициенты. Сумма полученных числителей и есть общий знаменатель дробей.

При определении весовых коэффициентов для смешанной системы предпочтений (когда, наряду с предпочтениями, в систему входят отношения безразличия), числители рациональных дробей необходимо определять по рекурсивной схеме:

$$r_{i-1} = \begin{cases} r_i, & \text{если } F_{i-1} = F_i \\ r_i + 1, & \text{если } F_{i-1} > F_i \end{cases} \quad (1)$$

где r_i - числитель весового коэффициента F_i -го показателя, i - номер показателя, $i=N, \dots, 2$, N - общее количество показателей, $r_N = 1$. Сумма полученных числителей и есть общий знаменатель дробей весовых коэффициентов.

Предлагаемый в статье подход, используемый при ранжировании угроз для определения экспертной оценки вероятностей угроз, должен учитывать, во-первых, те случаи, когда значимость отдельных угроз определяется экспертом как равная, в то время как остальные различаются по своей значимости, а во-вторых, случаи, при которых возникает необходимость учитывать, что степень предпочтения одной или группы угроз отличается более чем на один уровень значимости от предыдущей группы (т.е. должны рассматриваться случаи, когда вероятность возникновения угрозы (или их группы) значительно ниже

вероятности возникновения угроз предыдущей группы). В этом случае один или более уровней ранжирования угроз может пропускаться, но при расчете весовых коэффициентов это обстоятельство должно учитываться.

В первую очередь эксперту необходимо провести ранжирование угроз по выделенным уровням в порядке убывания вероятностей их возникновения. Числители весовых коэффициентов r_i должны определяться по порядку: и для всех угроз, и для пропущенных уровней по формуле (1). Под пропущенными уровнями понимаются те, в которые не поместили ни одну из угроз, но при этом имеются угрозы, размещенные в следующих уровнях (расположенных по убыванию вероятностей возникновения угроз).

Общий знаменатель дробей весовых коэффициентов по-прежнему определяется как сумма всех полученных числителей. Далее выполняется суммирование числителей весовых коэффициентов r_i для угроз каждого из уровней с весовыми коэффициентами имеющихся вслед за ним пропущенных уровней. Если при этом на одном уровне размещено несколько угроз, то полученная сумма делится на количество угроз.

В табл. 1 приведены примеры результатов расчета значений экспертных оценок вероятностей возникновения угроз с учетом пропущенных уровней. Анализ полученных результатов, полученных при вычислении значений весовых коэффициентов угроз по приведенному методу, показывает, что он позволяет учитывать случаи, когда оценка вероятности возникновения одной угрозы (или группы угроз) значительно ниже оценки вероятности возникновения предыдущей угрозы. Сумма полученных значений весовых коэффициентов остается равной 1. Таким образом, предложенная система экспертной оценки угроз обобщает частные случаи известных систем, является непротиворечивой и отвечает максимуму энтропии информационной неопределенности об объекте исследования. Использование метода ранжирования угроз на основе системы весовых коэффициентов позволит получить числовые значения экспертной оценки вероятности их возникновения, что окажется полезным при решении задачи оценки рисков информационной безопасности, возникающих при учете маловероятных событий, несущих большой ущерб.

Таблица – Сравнение значений весовых коэффициентов экспертных оценок вероятностей возникновения угроз с учетом пропущенных уровней

№ примера	Уровни	Распределение критериев по уровням	Значения весовых коэффициентов по авторской методике		Значения весовых коэффициентов по правилу Фишберна	
			r_i	p_i	r_i	p_i
1	1	F1, F2	3, 3	3/9, 3/9	3, 3	3/9, 3/9
	2	F3	2	2/9	2	2/9
	3	F4	1	1/9	1	1/9
	4	-	-	-	-	-
2	1	F1, F2	4, 4	13/30, 13/30	2, 2	2/6, 2/6
	2	-	3	-	-	-
	3	-	2	-	-	-
	4	F3, F4	1, 1	1/15, 1/15	1, 1	1/6, 1/6
3	1	F1, F2	3, 3	4/10, 4/10	2, 2	2/6, 2/6
	2	-	2	-	-	-
	3	F3, F4	1, 1	1/10, 1/10	1, 1	1/6, 1/6
	4	-	-	-	-	-
4	1	F1	4	9/12	2	2/5
	2	-	3	-	-	-
	3	-	2	-	-	-
	4	F2, F3, F4	1, 1, 1	1/12, 1/12, 1/12	1, 1, 1	1/5, 1/5, 1/5

Список литературы:

1. Гулиев Я.И. Медицинские информационные системы и информационная безопасность. Проблемы и решения [Электронный ресурс] / Я. И. Гулиев [и др.]. – URL: http://skif.pereslavl.ru/psi-info/psi/psi-publications/e-book-2009/volume2/175-Guliev.Healthcare_Information.pdf (дата обращения: 10.02.2019 г.).
2. Сергиенко Е.Н., Лазебная И.А. Организация безопасного доступа в медицинской информационной системе / Сергиенко Е.Н., Лазебная И.А. // V Международная научно-прикладная конференция Современные информационные технологии в управлении качеством. – Пенза: Поволжский дом знаний, 2017. С.117-121
3. ISO/IEC 17799. Information Technology-Code of practice for information security management.2000.
4. Методика определения угроз безопасности информации в информационных системах. Приложение №1. 2015 г. [Электронный ресурс]. <https://fstec.ru/component/attachments/download/812>

5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
6. Хованов Н.В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1996. – 196 с.
7. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В МЕДИЦИНСКИХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Зуев С.В., канд. физ.-мат. наук, доцент,
Лазебная И.А., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрены вопросы информационной безопасности медицинских информационных систем, определены информационные потоки, возникающие при взаимодействии медучреждений с внешней средой, а также их внутреннее информационное пространство. Описана стохастическая составляющая для большинства определенных информационных потоков и выполнена постановка задач обеспечения информационной безопасности в медицинских информационных системах на основе идентификация стохастических информационных потоков

Ключевые слова: информационная безопасность, медицинская информационная система, информационный поток, передача данных, каналы связи.

В задачах обеспечения информационной безопасности решающую роль играет степень случайности используемых данных, при этом, в большинстве случаев, она определяет надежность защиты и является критической величиной. Вопросы наличия стохастических факторов, влияющих на развитие всех процессов поднимаются в [1]. Один из этапов создания теоретико-вероятностной модели количественной оценки рисков информационной безопасности рассматривается в [2]. Чисто математические аспекты теории вероятностей освещены в [3,4]. Подробный разбор информационной безопасности медучреждений, их специалистов и пациентов сделан в работах [5,6].

Информация возникает в системе либо в виде информационного потока, пришедшего из другой системы, либо рождается в результате работы пользователей или программ данной системы. Дальнейшая ее судьба определяется бизнес-процессами, которые протекают в системе. Создание модели информационной безопасности может быть осуществлено на основе изучения некоторой совокупности входных и выходных величин, которые описывают поведение объекта, то есть на

основе стохастических информационных потоков. Зачастую исследователю приходится сталкиваться с малоизученными процессами и объектами, структура моделей, для которых неизвестна. Влияние случайных помех с неизвестными законами распределения еще более усложняют решение поставленных перед ним задач.

Вопросы информационной безопасности в деятельности медучреждений играют важную роль в обеспечении их конкурентоспособности на рынке медицинских услуг.

Информационное взаимодействие медучреждений с внешней информационной средой. Чтобы воспользоваться преимуществами медицинских информационных технологий, медицинскую информацию пациентов необходимо передавать медицинским работникам, организациям-плательщикам и другим лицам с соответствующими полномочиями как в одном учреждении, так и за его пределами.

Важную роль в обеспечении деятельности медучреждений играют также «финансирующие организации»: органы государственного регионального управления; фонд обязательного медицинского страхования и его территориальные подразделения; фонд социального страхования и его подразделения; медицинские страховые организации; отделения казначейства, через которые выполняются платёжные операции бюджетных медучреждений. При этом медицинские страховые организации осуществляют мониторинг рациональности расходования средств на диагностику и лечение, соответствие применяемых медицинских технологий утверждённым стандартам (нормативам) диагностики и лечения.

Взаимодействие медучреждений с внешней средой осуществляется с использованием различных каналов связи, причём в большинстве случаев такое взаимодействие носит двухсторонний характер (проводная и сотовая телефонная связь; использование факс-аппараты; радиосвязь, в том числе с подвижными объектами; электронная почта; сайты в Интернете; программные средства двухстороннего онлайн-общения типа Skype; социальные сети). При этом основными угрозами информационной безопасности потенциально могут быть: нарушение работы каналов связи; неполное или несвоевременное получение необходимой информации; утрата или чрезмерно долгое прохождение писем по электронной почте; выход из строя или частичная неработоспособность сайтов с системами электронной почты; наличие в информационном пространстве неточной, неполной, устаревшей или тенденциозной информации по отдельным медучреждениям, их подразделениям или сотрудникам.

Внутреннее информационное пространство медучреждений

Основными видами информации, относящейся к внутреннему информационному пространству медучреждений, можно считать персональные данные пациентов и медработников; персональные медицинские данные (включая результаты их профилактических обследований, диагностики, лечения); данные о фактических объёмах работ, выполненных специалистами медучреждений; медицинскую статистику деятельности медучреждения, его отдельных подразделений и специалистов; различные нормативные и организационно-распорядительные документы (внешнего и внутреннего характера); финансовую информацию; данные о претензиях пациентов к доступности и качеству лечения и др.

При этом, внутренними каналами связи являются локальные компьютерные сети; перенос информации с помощью флэш-накопителей, внешних жёстких дисков и пр.; проводная (через внутренние АТС) и сотовая связь; радиосвязь, в том числе оперативная – с машинами скорой помощи; использование системы «Глонасс» для мониторинга мест нахождения средств транспорта медучреждения. Хранение информации осуществляется как в бумажной, так и в электронной форме (на винчестерах, флэш-накопителях, лазерных дисках и пр.). При этом периодичность выполнения резервного копирования данных в электронной форме во многих медучреждениях пока не регламентирована должностными инструкциями и другими документами.

Номенклатура и длительность хранения значительной (если не большей) части перечисленных выше видов информации установлены нормативно. Это приводит к постоянному росту объёмов накапливаемой информации, особенно в бумажной форме. Такое накопление разнородной информации ведёт к тому, что наряду с традиционными типами угроз информационной безопасности для медучреждения всё более важное значение приобретают следующие: ухудшение или утрата оперативной доступности к медицинским данным; усложнение/ удорожание получения медико-статистической отчётности; усложнение организации внутреннего документооборота, удорожание хранения данных, их учёта и пр.

Как видно из приведенного выше обзора использование различных технологий передачи данных занимают важное место в деятельности медучреждения с использованием медицинских информационных систем. Снижение качества обслуживания при этом напрямую зависит от случайных явлений, например, включения несанкционированных

источников электромагнитного и радиоизлучения, вносящих помехи в режимы функционирования сетей.

Свою долю ошибок вносит также и канал связи, в котором могут возникать различные процессы, связанные с физической структурой канала связи, также имеющие в своей основе вероятностную природу. Известно, что в каналах связи всегда присутствуют помехи, уменьшающие достоверность воспроизведения передаваемых сообщений, нарушающие требования своевременности и качества предоставляемой информации.

В связи с этим актуальной является задача построения стохастической модели источников ошибок в каналах систем передачи данных.

Дополнительные угрозы информационной безопасности

Переход к дистанционной электронной форме записи на приём по инициативе пациентов может порождать дополнительные угрозы информационной безопасности, поскольку такие системы начинают работать не только на отображение информации, но и на её приём/обработку. Для этого медицинские информационные системы должны использовать средства аутентификации лиц, подающих такие заявки.

При этом, схемы взаимной аутентификации используют случайные одноразовые параметры для предотвращения атак повтора и т.д. В связи с этим актуальной является задача создания методики идентификации свойств случайных информационных потоков, отображением которых являются числовые последовательности.

Также необходимо отметить угрозы информационной безопасности, связанные с появлением потенциальных возможностей несанкционированного доступа к персональной медицинской информации (включая дистанционный доступ извне медучреждения), разрушением (уничтожением) накопленных данных вредоносными программными средствами, недостаточной ИТ-квалификацией специалистов-медиков и т. д. Используемые для предотвращения такого вида угроз криптографические методы защиты информации используют симметричный ключ шифрования, который формируется случайным образом. При генерации ключей для асимметричной криптосистемы необходимо иметь достаточно большой объем случайных чисел.

Реализация всех указанных мер по обеспечению информационной безопасности требует соответствующего финансового обеспечения.

Поэтому важным фактором развития медицинских информационных систем является соотношение «стоимость-эффективность» используемых информационных технологий.

Список литературы:

1. Зуев С.В. Лазебная И.А. Междисциплинарное содержание понятия информации. Исследование в области естественных и технических наук: междисциплинарный диалог и интеграции . сб. науч. трудов по материалам Международной науч.-практич. конф. – Белгород: ООО Агентство перспективных научных исследований (АПНИ), 2018
2. Юрьев В.Н., Эрман С.А. Теоретико-вероятностная модель оценки рисков информационной безопасности предприятия. Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки № 4(199) 2014. С. 188-194
3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. М.: Высшая школа, 2000. - 380 с.
4. Звягин Н.П. Математика. Теория вероятностей: практикум: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2011, 2012. 120 с.
5. Брумштейн Ю.М., Захаров Д.А., Акишкин В.Г. Риски информационной безопасности медучреждений, их специалистов и пациентов. Информационная безопасность регионов: научно-практический журнал 2013. №1(12). С. 13-21
6. Гулиев Я.И. Медицинские информационные системы и информационная безопасность. Проблемы и решения [Электронный ресурс] / Я. И. Гулиев [и др.]. – URL: http://skif.pereslavl.ru/psi-info/psi/psi-publications/e-book-2009/volume2/175-Guliev.Healthcare_Information.pdf (дата обращения: 10.02.2019 г.).

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ВОПРОСЫ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Зуев С.В., канд. физ.-мат. наук, доцент,
Воронкова А.Ю., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрены проблемы оптимизации осветительных систем, вопросы системного моделирования освещения в сельском хозяйстве. Дается обоснование использования функции стоимости владения для системы искусственного освещения животноводческих помещений и теплиц с целью повышения энергетической эффективности. Описана процедура построения взвешенной функции стоимости владения.

Ключевые слова: освещенность, осветительная установка, оптимизация систем искусственного освещения.

Введение. Искусственное освещение в сельскохозяйственной отрасли, его энергоэффективность при сохранении продуктивности производства, до сих пор является предметом исследований как в нашей стране, так и в мире. Дополнительную сложность вопросу придает специфика разных отраслей сельскохозяйственного производства. Например, исследование влияния спектрального состава света в птицеводстве проведено в работе [1]. Аналогичные исследования имеются и для других отраслей и в целом они сводятся к тому, что влияние как спектрального состава, так и интенсивности света, распределения освещенности, можно признать существенными и влияющими на производительность.

В последнее время появились и появляются новые источники света, которые можно добавить к выбору возможных для использования в системах искусственного освещения в сельском хозяйстве. В частности, это светодиоды, а также новейшие лазерные светодиоды и плазменные прожекторы. На сегодняшний день эти источники не стали массовыми в применении в сельском хозяйстве, поскольку множество факторов их применения не исследовано и их влияние на сельскохозяйственный бизнес еще недостаточно предсказуемо.

Рабочее освещение должно обеспечиваться в соответствии с нормами освещенности в помещениях, которые закреплены и

регламентируются множеством управляющих документов. В России это, в частности, санитарные правила и нормы СанПиН «Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений» ОШ-АПК 2.10.24.001-04 [2].

Помимо влияния на сельскохозяйственную продуктивность, перед системами любого производственного искусственного освещения ставится ряд задач [3]:

1. Снижение общих затрат на электроэнергию;
2. Снижение процессов обслуживания систем освещения;
3. Улучшение условий труда, комфорта и безопасности персонала;
4. Соответствие требованиям защиты окружающей среды.

Проблемы искусственного освещения в сельском хозяйстве, в основном, концентрируются в тепличном хозяйстве и в индустриальном животноводстве. В первом случае требуется удовлетворить экономическим требованиям потребления электроэнергии и качеству освещения (спектральный состав, цветовая температура), во втором случае, помимо гигиенических требований, необходимо учитывать состав воздуха в животноводческих помещениях. Дело в том, что в воздушной среде животноводческих залов присутствуют едкие вещества, которые ввиду своей химической активности значительно быстрее по сравнению с нормальными условиями приводят в негодность металлические контакты и даже герметики.

Проблема принятия решения об использовании новых источников света в системах искусственного освещения сельскохозяйственных предприятий таким образом принимает системный характер и не сводится к задачам, решаемым в одной отрасли.

С точки зрения системного моделирования, эта проблема сводится к созданию и расчету моделей систем освещения, которые, удовлетворяют указанным требованиям и приводят к минимальным показателям расходов в течение срока владения (минимальной стоимости владения), причем сам срок владения может быть неизвестной функцией или статистической величиной.

Подход системного моделирования систем освещения в сельском хозяйстве.

Моделирование систем освещения производится путем создания её цифрового двойника. Цифровой двойник (Digital Twin) – программный аналог физического устройства, моделирующий внутренние процессы, технические характеристики и поведение реального объекта в условиях воздействий помех и окружающей среды [4].

Со времени начала использования цифровых двойников – более 30 лет назад – считалось, что для задания на него входных воздействий используется информация с датчиков реального устройства, работающего параллельно. Однако, в последнее время, системы математического моделирования многих компаний имеют функции создания цифровых двойников уже на этапе проектирования новой системы, которой еще нет в реальности и, следовательно, нет возможности получить сигнал с датчиков на ней.

В случае системы освещения сельскохозяйственного предприятия цифровой двойник системы может быть создан с помощью комбинирования уже имеющихся моделей источников света и осветительных систем. Такие модели являются широко известными и реализованы, в частности в программном пакете Dialux. Однако, как правило, цифровой двойник осветительной системы строится только для моделирования освещенности. Для оценки экономических параметров системы используются другие методы, в частности, методика технико-экономического обоснования (ТЭО). Комбинированные способы оценки эффективности системы освещения редки и в широком использовании отсутствуют. Многие компании, занимающиеся системами освещения, предлагают своим клиентам услугу комплексного расчета эффективности системы освещения. Но верифицированная общая методика такого расчета в литературе обнаружена не была.

В нашей модели считается, что система освещения имеет конечный набор параметров, изменяющихся в ограниченных интервалах. Такому критерию будут соответствовать большинство систем искусственного освещения. После создания цифрового двойника системы, определяются допустимые интервалы этих параметров, приводящие к соблюдению гигиенических требований, а также требований продуктивности производства. Затем, варьируя параметры внутри интервалов, определяется минимальное значение *функции стоимости владения* (ФСВ), которую, в общем виде, мы определим ниже.

Совокупная стоимость владения системы TCO (Total Cost of Ownership) – это затраты, связанные с её приобретением, внедрением и использованием. При этом необходимо рассматривать первоначальные и последующие затраты, в совокупности определяя их как единые затраты на систему в процессе её создания и эксплуатации [5].

Для расчёта TCO разрабатываются специализированные методики, ориентированные на определенный объект владения и предназначенные для определения общей величины затрат на технику, оборудование,

информационные системы и прочее, рассчитывающихся на всех этапах жизненного цикла.

Ключевым принципом, реализуемым при разработке методик определения совокупной стоимости владения, является системный подход [6]. Несмотря на то, что большинство затрат могут быть определены заранее либо спрогнозированы с высокой точностью, некоторые затраты носят вероятностный характер, что влечет за собой риск существенных отклонений действительных расходов от прогнозируемых.

Стоимость владения нарастающим итогом рассчитывается по годам как сумма первоначальных капитальных затрат и сумма годовых эксплуатационных расходов, а итог каждого последующего года возрастает на величину эксплуатационных расходов. В расчете также могут быть учтены инфляционные коэффициенты, которые в прогнозе носят стохастический характер и могут быть смоделированы временным рядом. В этой работе инфляция не учтена.

Для вычисления совокупной стоимости владения системой освещения, нами далее будет применяться функция (ФСВ), общий вид которой есть

$$\text{ФСВ} = A + P \cdot d \cdot D \cdot t ,$$

где A – стоимость системы освещения, P – потребляемая мощность, d – средняя продолжительность дневного горения, t – тариф за электроэнергию, D – количество дней работы (срок работы в днях). Существенным является то, что срок работы вычисляется именно для всей системы освещения. Это становится важным, когда система состоит не только из разрозненных светильников и их электроснабжения, а еще и из подсистем управления, распределения и автоматизированного обслуживания, при их наличии. В частности, производимые в СССР и в странах Запада осветительные системы на целевых световодах, описанные, в частности, в работе [7], имеют срок работы, который не равен сроку службы входящих в их комплект светильников. Величина D может быть случайной величиной или рассматриваться как переменная в различных задачах оптимизации в теории принятия решений, построенной на указанной ФСВ.

Применение подхода системного моделирования систем освещения в сельском хозяйстве.

В этой работе мы укажем особенности теплиц и животноводческих комплексов, которые приводят к модификации функции стоимости владения. Для соблюдения экономических требований в тепличном хозяйстве, требуется учесть то, что для теплиц потребление

электроэнергии является более важным параметром, чем стоимость системы освещения (в определенных пределах). Поэтому параметр, связанный с потреблением электроэнергии, должен войти в ФСВ с большим весовым коэффициентом, чем у A . Обозначим этот коэффициент через $k_T > 1$.

В случае животноводческих комплексов, для которых сама система освещения имеет большую стоимость, следует напротив увеличить весовой коэффициент стоимости системы освещения, путем добавления весового множителя $k_{ж} > 1$.

Перечисленные выше ФСВ примут следующий вид:

$$\text{ФСВ}_{\text{теплиц}} = A + P \cdot d \cdot D \cdot t \cdot k_T,$$

$$\text{ФСВ}_{\text{животновод}} = A \cdot k_{ж} + P \cdot d \cdot D \cdot t,$$

где A – стоимость осветительного прибора, P – потребляемая мощность, d – продолжительность дневного горения, t – тариф за электроэнергию, D – количество дней работы, $k_{ж}$, k_T – весовые множители.

Системный анализ в данной работе связан с установлением структурных связей между характеристиками системы освещения, освещенностью пространства и экономическими параметрами.

Решаемая проблема искусственного освещения в сельском хозяйстве является слабоструктурированной, так как некоторые параметры нуждаются в статистическом взвешивании. Система содержит как детерминированные элементы: характеристики светильника и помещения, требования по освещенности, так и малоизвестные, неопределенные параметры: стоимости светильников и их монтажа, периодичность обслуживания, срок службы и другие. Для решения этой проблемы применяются такие методы системного анализа как формализация, конкретизация, моделирование и эксперимент.

В дальнейшем планируется проведение эксперимента, который позволит уточнить и конкретизировать статистические закономерности, заложенные в основу оценивания эффективности системы освещения на основе ФСВ.

Вывод и заключение. В работе были рассмотрены вопросы оптимизации осветительных систем в сельском хозяйстве, подход к моделированию систем освещения в сельском хозяйстве. Предложен способ оценивания эффективности систем освещения различных сельскохозяйственных объектов на основе функции стоимости владения.

Список литературы:

1. Боцман В.В., Черный Н.В., Григорьян И.С., Шахбазян Р.В., Агроинженерия и энергоэффективность проблемы освещения птичников// Инновации в АПК: проблемы и перспективы, 2017г. №2(14).
2. Постановление Министерства сельского хозяйства РФ от 10 ноября 2004 года №22 об утверждении СанПиН ОСН-АПК 2.10.24.001-04 «Нормы освещения сельскохозяйственных предприятий, зданий и сооружений» (с изменениями и дополнениями). – М.: ФГНУ НИЦ "Гипронисельхоз", 2004. – 28 с.
3. Цифровой двойник [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cadfecis.ru/products/digital-twin/>
4. Практикум по безопасности жизнедеятельности: учеб. пособие/ Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов, Е. А. Высоцкая, А. С. Корнев. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. – 213 с.
5. Зобнин В.А., Расчет и оптимизация стоимости владения легковым автомобилем в некоммерческой эксплуатации – М., 2012, 74 с.
6. Совокупная стоимость владения – современный метод оценки экономической эффективности использования оборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://mining-media.ru/ru/article/ekonomicheskoe/3572-sovokupnaya-stoimost-vladeniya-sovremennyyj-metod-otsenki-ekonomicheskoy-effektivnosti-ispolzovaniya-oborudovaniya-na-primere-konvejnykh-lent>
7. Зуев С.В., Диденко А.А. Система освещения длинного волнового фронта. – Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2016, №9, С. 154-158.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕБ-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО РАЗВИТИЮ СТРЕЛКОВЫХ И ОХРАННЫХ НАВЫКОВ

**Коломыцева Е.П., ст. преподаватель,
Жуков Е.Е.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Целью данной статьи является описание моделирования веб-ориентированной информационной системы предприятия по развитию стрелковых и охранных навыков. В статье предлагается подход к анализу процессов, происходящих при моделировании информационной системы. Рассмотрена реализация проектирования модели с использованием диаграмм, позволяющих описать процессы разрабатываемой системы. Описанная система улучшит работу уже функционирующего предприятия, позволит донести информацию о нем до большего количества людей, упростит процесс получения услуг и увеличит число потенциальных клиентов.

Ключевые слова: информационные технологии, ИТ-ресурсы, веб-ориентированная информационная система, бизнес-процессы, процессы моделирования.

Информационные технологии играют важную стратегическую роль в организациях и без них невозможно представить существование общества. Информационные технологии изменили способы ведения бизнеса и достижения успеха в современной мировой экономике. С развитием интернета весь бизнес постепенно начал перемещаться в виртуальное пространство. Организации теперь могут использовать ИТ-ресурсы для преобразования и достижения огромного конкурентного преимущества, и теперь практически каждая организация имеет свой веб-сайт или интернет-магазин. С каждым годом количество различных разработок, систем, гаджетов и прочего растет в геометрической прогрессии. Человечество перешло в новый период, где ценятся полнота, актуальность и достоверность информации. И теперь традиционные подходы к бизнесу, производству и образованию уже не дают желаемых результатов. Для достижения наивысших показателей необходимо вводить новшества, в частности внедрение информационных технологий [1].

Информационные технологии можно активно применять в деятельности предприятия, предоставляющего услуги для следующих задач:

- быстрой и удобной обратной связи с клиентом;
- улучшения качества предоставления услуг;
- сокращения времени работы с поставщиками услуги;
- разработка эффективных способов предоставления услуг клиенту.

Целью данной статьи является описание моделирования веб-ориентированной информационной системы предприятия по развитию стрелковых и охранных навыков.

Предполагается, что в наличие имеется прайс-лист услуг и арендных помещений.

Клиенты могут сделать заказ и узнать необходимую информацию об услугах непосредственно на сервисе или же по телефону. Заказ товара происходит на основе заказа клиента. Очень часто клиент хочет узнать подробности о предоставляемых услугах, поэтому можно обговорить все нюансы, как лично, так и онлайн, и затем заключить сделку.

В данной статье предлагается подход к анализу процессов, происходящих при моделировании веб-ориентированной информационной системы предприятия по развитию стрелковых и охранных навыков, который представлен на рисунке 1.

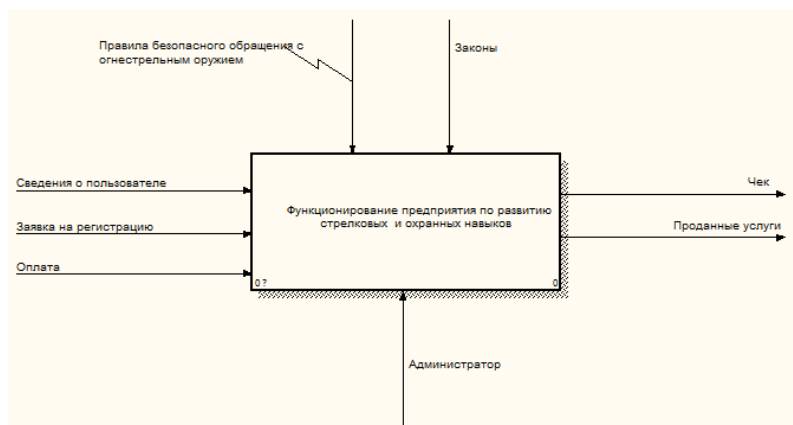


Рисунок 7 – Моделирование веб-ориентированной информационной системы

Методология IDEF0 позволяет описать все бизнес-процессы, присутствующие в сервисе. Целью методики является построение функциональной схемы исследуемой системы, описывающей все необходимые процессы с точностью, достаточной для однозначного моделирования деятельности системы. [2].

Входными данными являются сведения о заказчике, заявка на приобретение услуги и оплата, производимая при покупке. На выход системы поступает информация о заказе со всей прилагающейся документацией.

Управляющее воздействие на систему оказывают различные инструкции, договор купли-продажи, а также закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 03.07.2016) "О защите прав потребителей", Постановление Правительства РФ от 27.09.2007 N 612 (ред. от 04.10.2012) "Об утверждении Правил продажи товаров дистанционным способом".

Методология IDEF0 предписывает построение иерархической системы диаграмм - единичных описаний фрагментов системы. Сначала проводится описание системы в целом и ее взаимодействия с окружающим миром, после чего проводится функциональная декомпозиция - система разбивается на подсистемы и каждая подсистема описывается отдельно [3].

При детальном описании процессов моделирования веб-ориентированной информационной системы предприятия по развитию стрелковых и охранных навыков была поставлена задача реализации следующих функций:

- предварительный просмотр и выбор ассортимента услуг;
- предварительный расчет стоимости услуг в режиме онлайн;
- формирование заказа в режиме онлайн;
- заключение сделки в режиме онлайн;

Детализация описанных выше функций представлена на рис. 2:

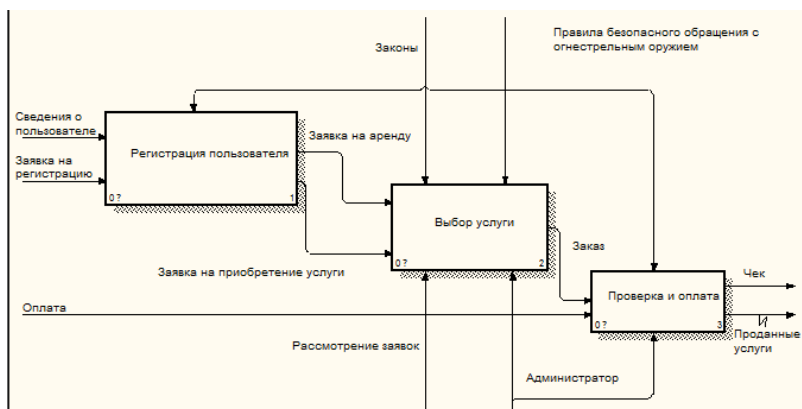


Рисунок 2 – Детализация моделирования веб-ориентированной информационной системы

Согласно диаграмме, вся работа системы состоит из трех основных блоков: регистрация потребителя, выбор услуги, проверка и оплата.

На вход первого блока подаются сведения о потребителе, а на выходе мы получаем необходимые данные для составления заявки на аренду или приобретение услуги. Далее эти данные вносятся в базу данных клиентов и становятся входной информацией для второго блока.

На выходе второго блока мы получаем данные о клиентах и выбранной ими услуге, необходимые для формирования заказа, которые затем используются в третьем блоке.

На вход третьего блока поступает оформленный заказ, а так же деньги заказчика. В результате функционирования данного блока формируются документы о совершенной сделке.

В данной статье рассмотрена реализация проектирования модели с использованием диаграмм, позволяющих описать процессы разрабатываемой системы. Внедрение новой информационной системы не обеспечивает немедленного экономического роста, но способствует развитию фирмы, ее переходу на качественно более высокий уровень, как в улучшении качества обслуживания клиентов, так и в прозрачности движения товара и капитала [4].

Описанная информационная система улучшит работу уже функционирующего предприятия, позволит донести информацию о нем до большего количества людей, упростит процесс получения услуг и увеличит число потенциальных клиентов.

Список литературы:

1. Внедрение информационных технологий в бизнес [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://nauchforum.ru/node/3924/%5D%D0%9C%D0%BE%D0%B8> (дата обращения: 05.03.2019)
2. Методология IDEF0 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5535358/> (дата обращения: 05.03.2019)
3. ВРwin и ERwin. CASE-средства для разработки информационных систем [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5828092/> (дата обращения: 05.03.2019)
4. Внедрение новых информационных технологий в производственный процесс [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=521478> (дата обращения: 05.03.2019).

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ ОПТИМИЗАЦИИ УСТАНОВКИ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Коломыцева Е. П., ст. преподаватель,
Ткаченко С. А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматриваются существующие алгоритмы оптимизации, применимые к задаче установки датчиков в сенсорной сети, а также для решения проблемы максимального покрытия зоны, эффективного извлечения информации, собираемой сетью датчиков, которые должны поддерживать связь друг с другом и обмениваться информацией, передавая ее на уровни выше. Рассмотренные алгоритмы оптимизации, в ходе многочисленных тестирований показывают сравнительно близкие к идеалу результаты и достаточно легки в реализации. Также не исключена возможность комбинации алгоритмов для достижения более точных результатов.

Ключевые слова: сенсорные сети, алгоритмы оптимизации, проблема покрытия, генетический алгоритм, муравьиный алгоритм, градиентный спуск.

За последние несколько лет возрос интерес к возможности использования сенсорных (датчиковых) сетей в различных областях применения (автоматизированные системы, производство, мониторинг окружающей среды и т.п.). Сенсорная сеть – это распределённая, самоорганизующаяся сеть множества датчиков и исполнительных устройств, объединённых между собой посредством радиоканала [1].

Ключевым компонентом функциональности датчика является способность сообщать о том, что он обнаружил. Для того чтобы датчик эффективно выполнял свои функции необходимо найти для него такое расположение, чтобы зона покрытия была оптимальной. Данная задача значительно усложняется при возникновении потребности во внедрении целой сенсорной системы.

Эффективное извлечение информации, собираемой сетью датчиков — очень непростая задача, поэтому актуальна проблема оптимизации установки датчиков, которая заключается в эффективном покрытии территории, используя минимальное количество датчиков, которые должны поддерживать связь друг с другом и обмениваться информацией, передавая ее на уровни выше. Данная проблема является

важной, поскольку эти факторы напрямую влияют на эксплуатационные характеристики сенсорной сети.

Проблема оптимизации является актуальной во многих направлениях. Одним из примеров, является система управления домом, обеспечивающая автоматическую и слаженную работу целого комплекса систем, которые обеспечивают целый комплекс задач, а для некоторых категорий населения (пожилых людей, инвалидов) это система может стать необходимой, т.к. она способна самостоятельно отслеживать изменения в доме и реагировать на них, приводя в действие необходимые устройства. Наличие такого комплекса автоматизированных систем дома позволяет эффективно расходовать ресурсы и их стоимость. На данный момент было предложено несколько методов оптимизации установки датчиков, рассмотрим некоторые из них [2].

Муравьиный алгоритм (алгоритм оптимизации муравьиной колонии) — один из эффективных полиномиальных алгоритмов для нахождения приближённых решений задачи коммивояжёра, а также решения аналогичных задач поиска маршрутов на графах. Как следует из названия, данный подход был вдохновлён поведением муравьёв, ищущих удачные места для новых муравейников в условиях отсутствия коммуникации и организации. В ходе анализа модели поведения муравьёв было выявлено, что муравьи, блуждая в случайном направлении, собирают информацию об окрестности и, найдя что-то необходимое, возвращаются в колонию, прокладывая феромонами тропы для своих сородичей. Так как, все муравьи оставляют за собой феромоны, то чем больше муравьёв проходит по определённому пути, тем более привлекательным он становится. Чем короче путь до источника пищи, тем меньше времени требуется муравьям на него — а, следовательно, тем быстрее оставленные на нем следы становятся заметными. Существуют модификации данного алгоритма, однако все они придерживаются одной и той же последовательности действий (рис 1).

Муравьиный алгоритм позволяет организовать датчики в распределённую сеть, лишённую иерархии, не нуждающуюся в головных устройствах и сложной структуре. По отдельности каждый датчик не знает топологию сети и поддерживает связь только с ближайшими соседями. Однако запустив сбор информации от одного из узлов сети, которую они образуют, при помощи случайного блуждания можно добиться быстрого и точного результата [3].

Как показали эксперименты, по сравнению с другими методами, муравьиный метод способен находить решения, приближающиеся к теоретическому максимуму за значительно меньшее время даже для задач большой размерности [4].

Генетический алгоритм — это эвристический алгоритм поиска, используемый для решения задач оптимизации и моделирования путём случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Алгоритм часто используется для получения точных решений для задач оптимизации и поиска, моделируя эволюционный процесс и опираясь на такие операторы, как мутация, скрещивание и селекция. Отличительной особенностью генетического алгоритма является акцент на использование оператора скрещивания (комбинирования), который производит операцию рекомбинации решений-кандидатов. Алгоритм состоит из следующих этапов, представленных на рисунке 2.

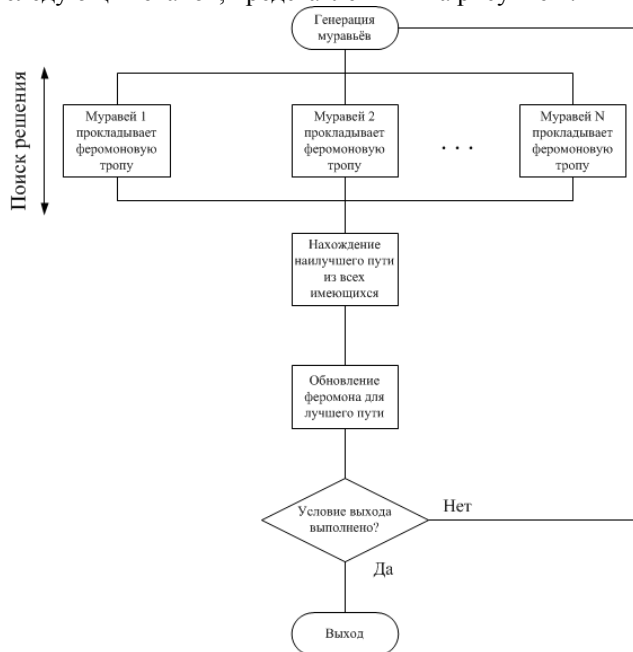


Рисунок 8 – Схема муравьиного алгоритма

С помощью ГА осуществляется оптимальная расстановка измерительных приборов и датчиков в автоматизированных системах,

что позволяет значительно повысить достоверность оценивания состояния, выявить ненадежные датчики, уточнить анализ установившихся режимов и режимной надежности сложных ЭЭС.

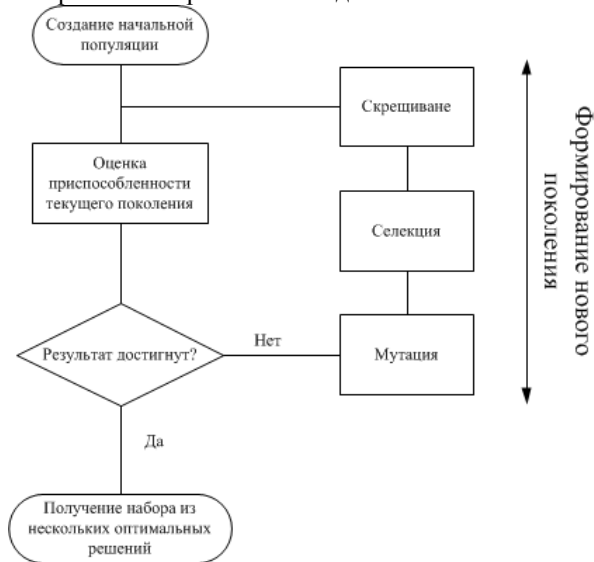


Рисунок 9 – Схема генетического алгоритма

Градиентный спуск — метод нахождения локального экстремума (минимума или максимума) функции с помощью движения вдоль градиента. Считается одним из наиболее простых методов численной оптимизации. Основная его идея заключается в том, чтобы осуществлять оптимизацию в направлении наискорейшего спуска, т.е. на каждом шаге алгоритма вычисляется градиент функции ошибки (рис.3), и свободный параметр системы обновляется, чтобы сделать небольшой шаг, направление которого задается антиградиентом $-\nabla f$:

$$x_{k+1} = x_k - \lambda_k \nabla f(x_k) \quad 1)$$

где: x_k — текущая точка;

λ_k — величина шага;

$\nabla f(x_k)$ — градиент функции f в точке x_k ;

Затем градиент пересчитывается для нового решения, и этот шаг повторяется до тех пор, пока не будет достигнуто максимальное количество итераций или размер градиента не опустится ниже

порогового значения, если критерий останова выполнен возвращается текущее значение x_k [5].

Градиентный спуск можно использовать в качестве метода оптимизации для задачи размещения датчиков, если на каждом шаге алгоритма вычислять аналитические производные функции покрытия по отношению к положению и ориентации каждого датчика и перемещать их таким образом, чтобы максимально увеличить общее покрытие сенсорной сети.

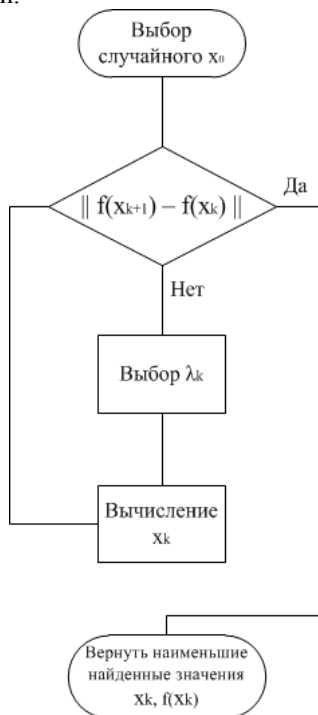


Рисунок 10 – Алгоритм определения наименьшего значения градиента

Рассмотренные алгоритмы оптимизации, использующиеся для решения задачи оптимизации максимального покрытия, в ходе многочисленных тестирований показывают сравнительно близкие к идеалу результаты и достаточно легки в реализации. Также не исключена возможность комбинации алгоритмов для достижения более точных результатов.

Список литературы:

1. Akyildiz I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E. Wireless Sensor Network: a Survey // Computer Networks J. 2002. Vol. 38. P. 393 -422.
2. Стативко Р.У., Коломыцева Е.П. Разработка алгоритмов определения необходимости использования типовых моделей датчиков. Известия Юго-Западного государственного университета. 2018;22(6):118-126.
3. Парамонов О. Муравьи разбираются в распределённых сетях и самоорганизации лучше людей [Электронный ресурс] / О. Парамонов – Хакер, 2016. – Режим доступа: <https://haker.ru/2016/07/19/ant-random-walk/>, свободный. – Загл. с экрана.
4. Штовба С.Д. Муравьиные алгоритмы // Экспонента Pro. Математика в приложениях. 2003. №4. С. 70–75
5. Глебов Н.И., Кочетов Ю.А., Плясунов А.В. Методы оптимизации. Учеб. Пособие / Н.И. Глебов, Ю.А. Кочетов, А.В. Плясунов. Новосиб. ун-т. Новосибирск, 2000. 105 с.

АНАЛИЗ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ВЕБ-СЕРВИСА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ ВОЛЕЙБОЛЬНОГО КЛУБА

**Лазебная Е.А., доцент,
Стативко Р.У., доцент,
Четвериков А.В., ст. преподаватель,
Ковылов А.Л.,**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассмотрена роль веб-сервиса поддержки принятия решений в вопросе селекционной работы волейбольного клуба, а также проблема процесса хранения, обработки и анализа большого объема информации, содержащейся в поступающих на веб-сервис заявках, и существующие методы ее решения, рассмотрено программное обеспечение, позволяющее реализовать эти методы. С помощью программы Deductor проведен анализ данных многочисленных заявок веб-сервиса и выявлены наиболее весомые показатели игровых характеристик спортсмена для попадания в команду.

Ключевые слова: веб-сервис поддержки принятия решений, селекционная работа волейбольного клуба, большие данные, заявка, информация, анализ, deductor.

Профессиональный спорт, спорт высших достижений требует непрерывного обновления рядов действующих спортсменов. Перед тренерами постоянно стоит задача подготовки новых кадров, способных в будущем прийти на смену нынешнему поколению и оказывать достойную борьбу конкурентам. Одну из ключевых ролей в этой подготовке играет подбор молодых и перспективных спортсменов со всех уголков мира. И если раньше тренерам-селекционерам приходилось осуществлять поиск, находясь в постоянных разъездах по спортивным школам и всевозможным детско-юношеским соревнованиям, то сегодня с помощью информационных технологий возможно значительно облегчить их труд и расширить границы поиска юных талантов. С другой стороны, с их помощью можно облегчить задачу и начинающему волейболисту, желающему заявить о себе и получить свой шанс построить карьеру в большом спорте.

Из этого вытекает актуальность разработки сайта, на котором начинающий волейболист из любой точки мира может оставить свою заявку, и в результате рассмотрения профессионалами его кандидатуры будет принято решение о наборе игрока в команду.

Сайт группы подготовки волейбольного клуба «Белогорье» (Рисунок 1) оказывает помощь тренерам, молодым игрокам, их родителям, любителям волейбола, ищущим информацию о подготовке молодых талантов, где и как можно приложить свои силы, чтобы добиться высоких спортивных результатов.

На сайте можно найти полезные сведения, в том числе фото- и видеоматериалы, о подготовке волейболистов, их тренировках, соревнованиях, быть в курсе новостей российского и мирового волейбола, связаться с опытными профессионалами и задать им интересные вопросы (Рисунок 2).

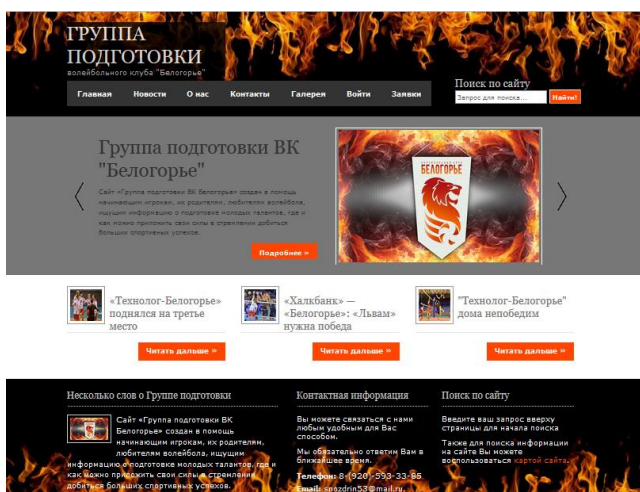


Рисунок 11 – Главная страница сайта группы подготовки волейбольного клуба "Белогорье"

Форма заявки разработана таким образом, чтобы сведения, указанные в ней, были максимально полезными для тренеров, которым в дальнейшем придется выбирать лучших из всех кандидатур. Для этого выделены показатели, по которым проходит селекция.

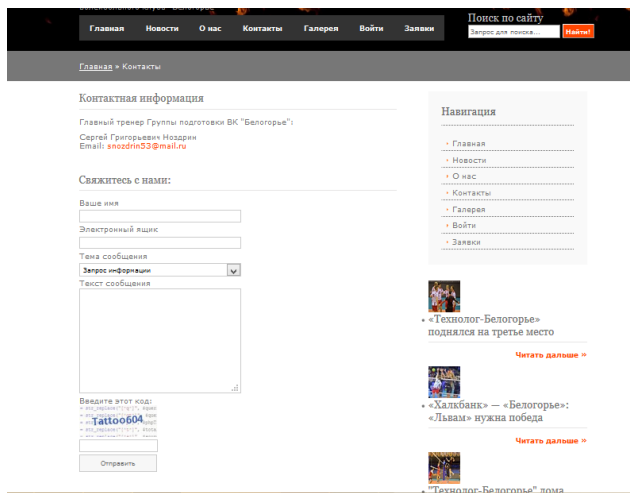


Рисунок 12 – Страница контактной информации и обратной связи

Количество заявок, поданных молодыми игроками на сайте и хранящих в себе объемную информацию об игровых характеристиках, может достигать огромных значений, что накладывает определенные трудности на процессы хранения, обработки и анализа больших данных.

Существует множество разнообразных методик анализа массивов данных, в основе которых лежит инструментарий, заимствованный из статистики и информатики (например, машинное обучение). Исследователи продолжают работать над созданием новых методик и совершенствованием существующих. Наиболее востребованные в различных отраслях подходы:

- **A/B testing.** Методика, в которой контрольная выборка поочередно сравнивается с другими. Тем самым удастся выявить оптимальную комбинацию показателей для достижения, например, наилучшей ответной реакции потребителей на маркетинговое предложение. Большие данные позволяют провести огромное количество итераций и таким образом получить статистически достоверный результат.
- **Association rule learning.** Набор методик для выявления взаимосвязей, т.е. ассоциативных правил, между переменными величинами в больших массивах данных. Используется в data mining.

- **Classification.** Набор методик, которые позволяют предсказать поведение потребителей в определенном сегменте рынка (принятие решений о покупке, отток, объем потребления и проч.). Используется в data mining.
- **Cluster analysis.** Статистический метод классификации объектов по группам за счет выявления наперед не известных общих признаков. Используется в data mining.
- **Crowdsourcing.** Методика сбора данных из большого количества источников.
- **Data fusion and data integration.** Набор методик, который позволяет анализировать комментарии пользователей социальных сетей и сопоставлять с результатами продаж в режиме реального времени.
- **Data mining.** Набор методик, который позволяет определить наиболее восприимчивые для продвигаемого продукта или услуги категории потребителей, выявить особенности наиболее успешных работников, предсказать поведенческую модель потребителей.
- **Unsupervised learning.** Набор основанных на технологиях машинного обучения методик, которые позволяют выявить скрытые функциональные взаимосвязи в анализируемых массивах данных. Имеет общие черты с Cluster Analysis.
- **Визуализация.** Методы графического представления результатов анализа больших данных в виде диаграмм или анимированных изображений для упрощения интерпретации и облегчения понимания полученных результатов.

Наглядное представление результатов анализа больших данных имеет принципиальное значение для их интерпретации. Восприятие человека ограничено, и ученые продолжают вести исследования в области совершенствования современных методов представления данных в виде изображений, диаграмм или анимаций.

Особое значение при работе с большими данными имеет программное обеспечение, совмещающее в себе методы анализа больших данных и позволяющее эффективно проводить построение аналитической системы. Одной из наиболее качественных платформ для создания прикладных аналитических решений является Deductor. Реализованные в ней технологии позволяют пройти все этапы построения аналитической системы от создания хранилища данных до автоматического подбора моделей и визуализации полученных результатов, используя одну систему. Deductor - полноценная аналитическая платформа, поддерживающая технологии: Data

Warehouse, ETL, OLAP, Knowledge Discovery in Databases и Data Mining.

С помощью программы Deductor для веб-сервиса поддержки принятия решений в селекционной работе тренера волейбольного клуба был проведен корреляционный анализ данных многочисленных заявок (10000 записей из таблицы базы данных), благодаря которому удалось выяснить, что наиболее весомыми показателями, влияющими на попадание кандидата в команду, являются рост (height), высота атаки (attack) и высота блока (block), а менее значимыми – возраст игрока (поля date и dr) и вес (weight). Матрица корреляции представлена на рисунке 3.







Входные поля		Корреляция с выходными полями	
№	Поле		status
1	date		-0,006
2	dr		-0,008
3	height		0,403
4	weight		0,300
5	attack		0,437
6	block		0,416

Рисунок 13 – Матрица корреляции

Список литературы:

1. Большие данные (Big Data) [Электронный ресурс] // TADVISER Государство. Бизнес. ИТ, 2005–2018 (последняя редакция: 24.10.2017). – Режим доступа: URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_\(Big_Data\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Большие_данные_(Big_Data)) (дата обращения: 26.12.2018).
2. Deductor Продвинутая аналитика без программирования [Электронный ресурс]// BaseGroup Labs Технологии анализа данных, 1995 – 2018. – Режим доступа: URL: <https://basegroup.ru/deductor/description> (дата обращения: 26.12.2018).
3. Ковылов А.Л., Лазебная Е.А., Описание набора нечетких показателей для селекции молодых волейболистов [Электронный ресурс]// Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. – Режим доступа: URL: https://drive.google.com/file/d/11mJru0_zCkFf72qIfo237Ti-M83a9Fm5/view (дата обращения 01.04.2019).

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЦЕНКИ КОММЕРЧЕСКОЙ НЕДВИЖИМОСТИ ПОСРЕДСТВОМ ВНЕДРЕНИЯ ГИС- ТЕХНОЛОГИЙ

Мурашко О.И., магистрант,
Калустян Я. В., канд. экон. наук, доц.
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью решения проблем в системе информационно-коммуникационного обеспечения функционирования рынка недвижимости. Осуществление эффективной работы с качественной информацией на основе современных технологий является необходимым условием достоверной оценки рынка коммерческой недвижимости, что требует формирования баз данных о объектах недвижимости.

Ключевые слова: управление недвижимостью, оценка коммерческой недвижимости, информация, информационные технологии, геоинформационная система.

К коммерческой недвижимости относятся здания и сооружения, используемые для коммерческой деятельности, т.е. приносящие доход (к примеру, гостиницы, торгово-развлекательные комплексы, офисные помещения и тп.). В силу своих особенностей, коммерческая недвижимость сейчас является гораздо более инвестиционно-привлекательной, чем жилая. В собственность коммерческая недвижимость может быть приобретена для последующей сдачи в аренду; реконструкции, а затем продажи по более высокой цене; целей собственного бизнеса.

В ходе оценки объектов коммерческой недвижимости учитываются все факторы, влияющие на их стоимость, и формируется итоговое заключение, которое основано только на объективной, полной, достоверной и актуальной информации. Существует острая необходимость осуществления процедуры сбора, накопления, систематизации и первичной обработки информации именно на этапе формирования информационных баз, представляющих собой совокупность данных, собранных определенным способом и хранимых в памяти системы (1, С.9,13).

На данном этапе развития рынка коммерческой недвижимости существует проблема острой нехватки информации, также стоит отметить, что имеющаяся в открытом доступе информация характеризуется отрывочностью и неполнотой. Подобная ситуация приводит к невозможности обеспечения качественной и адекватной оценки недвижимости, что требует применения решительных мер, направленных на решение этой проблемы.

Управления рынком недвижимости ДНР, на текущем этапе его становления и развития, требует усовершенствования, основанного на современных информационных технологиях.

Решением данного вопроса может являться внедрение в практику информационного анализа рынка географической информационной системы. Геоинформационные системы применяются во многих областях и включают в себя возможности управления базами данных, редакторов векторной графики и аналитических средств (2, С.21).

Применение ГИС-технологий в автоматизированных системах отвечает нынешним реалиям при реализации проектов управления пространственной информацией для всех субъектов хозяйствования (2, С.18). Успешное внедрение данных технологий значительно упрощает способ представления информации о состоянии рынка коммерческой недвижимости в процессе его анализа, а также дает реальные возможности прогнозирования и моделирования параметров развития рынка. Программное обеспечение ГИС на любом уровне должно поддерживать введение, поиск и отображение данных, хранящихся в реестрах объектов недвижимости. Используя данные системы, можно находить объекты коммерческой недвижимости, не вовлеченные в экономический оборот, расположение которых является наиболее выгодным, определить окрестности, имеющие хорошие перспективы развития (3, С.12).

Выводы. Коммерческая недвижимость – это ликвидный и доходный актив. Оценка коммерческой недвижимости требует применения современных инструментов. Причиной отсутствия определенных значимых успехов в многоуровневой аналитике рынка является низкая налаженность процесса накопления и формирования официальных статистических данных. Для формирования систем информационного обеспечения управления объектами коммерческой недвижимости крайне необходимо создание упорядоченной совокупности данных о правовых, технических, пространственных и финансово – экономических характеристиках объектов с целью последующего формирования соответствующей единой

информационной базы объектов коммерческой недвижимости. Эту экономическую и социальную проблему следует решать на государственном или региональном уровне со свободным доступом к информационным ресурсам.

Список литературы:

1. Малащук Е.С. Автоматизированная система управления рынком недвижимости // Портал РУП «Институт недвижимости и оценки». - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ino.by/information/stat_i/Avtomatizirovannaja_sistema.html.
2. Капустин В.Г. ГИС – технологии как инновационное средство / Педагогическое образование, 2013. 81 с.
3. Титова Н.Г. Формирование и особенности функционирования рынка недвижимости в условиях рыночных преобразований в России. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net/econom-teoria/formirovanie-i-osobennosti-funkcionirovanija-rynka-nedvizhimosti-v-uslovijah.html>

ДИСКРЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ЗАДАЧИ ДИСТАНЦИОННОГО УЧЕТА ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

Носов К.В.¹, канд. физ.-мат. наук,
Кабалаянц П.С.², канд. тех. наук
Беспалов Ю.Г.¹,

¹*Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина*

²*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Применение дискретных моделей динамических систем для обработки изображений диких животных в местах их обитания позволяет на основе небольшого по объему фактического материала дать формализованное описание цикла изменения колориметрических параметров растительности в местах обитания животных и адаптированных к указанному циклу закономерностей защитной окраски животных. Результаты такого формализованного описания позволяют разрабатывать информационные технологии, включающие процедуры идентификации животных на местности с использованием компонентов RGB-модели цифровой фотографии.

Ключевые слова: динамические системы, обработка изображений, прикладная экология.

Наряду с другими задачами прикладной экологии глобальные климатические изменения ставят на повестку дня разработку все новых наукоемких методов учета диких животных в их местах обитания: традиционных и новых, обусловленных указанными изменениями. Такими методами могут быть дистанционные (аэрокосмические), дополненные информационными технологиями, включающими, в частности, процедуры повышения контрастности силуэтов полученных дистанционно изображений животных. В работе [1] представлены результаты использования для этого оригинального, обладающего мировой новизной [2] класса математических моделей — дискретных моделей динамических систем (ДМДС). Использование ДМДС позволяет на основе структуры корреляций между значениями компонентов системы дать формализованное описание структуры межкомпонентных и внутри компонентных отношений (СМВО), обусловленных позитивными и негативными влияниями компонентов

друг на друга и на самих себя. Для определенных начальных условий на основе СМВО может быть построена идеализированная траектория системы (ИТС), представляющая цикл смены комбинаций значений компонентов системы. В работе [1] эти комбинации трактуются как «стратегии-комбинации» (СК) функционирования системы.

Если в роли системы выступает растительное сообщество в местах обитания животных, ИТС может отражать смену СК в реальном времени. Множество таких СК может присутствовать на разных участках местности, состояниям которых отвечают разные фазы одного и того же цикла изменений растительного сообщества. На этой посылке построен, описанный в работе [1] прием *рехронизации*, который позволяет с помощью ДМДС представить динамику системы на основе даже одномоментной фиксации состояний разных ее частей (или других частных проявлений, определенных СК, например, состояний отдельных объектов, принадлежащих к множеству, состояния которого сменяют друг друга в одинаковом цикле). Указанным фазам этого цикла соответствуют условные шаги по времени или столбцы матрицы, в виде которой представлена ИТС. В случае защитной, расчленяющей силуэт, окраски животного распределение на его теле разных СК не отражает никакой динамики в реальном времени. Поэтому вместо термина «идеализированная траектория системы» представляется более корректным термин «идеализированная *псевдо*-траектория системы (ИПТС). Набор СК такой ИПТС отражает множество СК, необходимых для осуществления разрушения целостного восприятия силуэта животного за счет слияния части его фрагментов с фоном местности. Максимальная вариабельность этого набора обеспечивает функционирование адаптивного механизма защитной расчленяющей окраски в максимальном множестве точек – в пространстве и времени. С другой стороны – обозначение условными цветами разных значений указанной вариабельности на разных фрагментах изображения может, как это показано в работе [1], повысить контрастность силуэта животного на фоне растительного сообщества. В работе [1] рабочая гипотеза относительно вида указанной вариабельности формировалась на основе сравнения ИПТС защитной окраски животного (рыбы) и ИТС растительного сообщества места обитания в водоеме.

Недостатком процедуры формирования рабочей гипотезы в данном случае было использование ДМДС, базирующееся на учете всех корреляций – без учета степени их статистической значимости. В связи с этим не были отделены эффекты, обусловленные случайным

поведением системы, от обусловленных детерминированными межкомпонентными и внутри компонентными отношениями в системе.

В рамках настоящей работы этот недостаток устранен – путем использования в процедурах построения ИТС для растительного фона и ИПТС для защитной окраски животных только достаточно значимых корреляций. Рабочие гипотезы строились на основе сравнения распределения в указанных ИТС и ИПТС различных комбинаций значений колориметрических параметров (КП), полученных на основе компьютерного анализа RGB-модели цифровых фотографий. В случае ИТС речь идет о КП, отражающих долю зеленой (соответствующей хлорофиллу) составляющей СК, красной (соответствующей другим растительным пигментам), а также о КП, отражающих представленную в ИТС динамику продуктивности и пигментного разнообразия растительного сообщества. В случае ИПТС речь идет о СК, выполняющих функции адаптации защитной окраски животных к этим аспектам ИТС. Сопоставительный анализ указанных ИТС и ИПТС, построенных на материале изображения *Rhinella marina* (жаба ага) и микроводорослевой пленки на поверхности мест обитания этого бесхвостого земноводного, позволяет сформулировать рабочую гипотезу относительно процедуры повышения контрастности силуэта животного. Эта процедура включает обозначение отдельных сегментов, на которые разбито изображение, условными цветами, соответствующими значениям среднего квадратичного отклонения величины $R*G/(R+G+B)$, определенной для множества микросегментов, на которые разбит каждый из упомянутых сегментов.

На Рис.1 и Рис.2 представлены результаты обработки, с использованием такой процедуры, выложенных в свободном доступе цифровых снимков *Rhinella marina* (жаба ага) и *Ratus norvegicus* Berk (серая крыса) на фоне растительных сообществ (микроводорослевая пленка и травяной покров) в местах обитания этих животных.



Рисунок 1 – Результаты повышающей контрастность силуэта обработки цифровой фотографии *Rhinella marina*

В центре – исходное изображение, слева – с наложением цифрового шума, справа — результаты повышения контрастности силуэта изображения с шумом (у правого края этого изображения – шкала условных цветов).



Рисунок 2 – Результаты повышающей контрастность силуэта обработки цифровой фотографии *Ratus norvegicus Berk*

В центре – исходное изображение, слева – искусственно замутненное компьютерной обработкой, справа- результаты повышения контрастности силуэта обработки искусственно замутненного изображения (у правого края этого изображения – шкала условных цветов).

Из Рис.1 видно, что предложенная процедура позволяет получить достаточно четкий силуэт в результате обработки даже замутненного изображения *Rhinella marina*. Рис. 2 свидетельствует о достижении аналогичного результата при обработке по той же процедуре уже других, достаточно отличных биологических объектов: млекопитающего, а не земноводного, на фоне травостоя, а не микроводорослевой пленки. При этом как на Рис.1, так и на Рис.2 наблюдается усиление демаскирующего эффекта на краевых участках силуэта: за счет не только расположения на этих участках сегментов с высокими значениями вариабельности КП, но и за счет большего разнообразия сегментов с такими высокими значениями. Вместе с тем, следует отметить, что расположение на краевых участках тела сегментов с высокой вариабельностью значений КП, по-видимому, будет отличаться для разных животных, что может быть использовано в процедурах их дистанционной идентификации. Отметим также, что такая идентификация может иметь практическое значение для дистанционного учета животных, создающих угрозы биобезопасности (как завезенная в свое время в Австралию и бесконтрольно там размножившаяся ядовитая жаба ага и крысы, являющиеся потенциальным резервуаром опасных инфекционных болезней). При

этом, возможность использования результатов компьютерного анализа RGB-модели цифровой фотографии существенно снижают требования к аппаратуре для фиксации исходного фактического материала, что может иметь важное практическое значение.

Список литературы:

1. Bespalov Y., Nosov K., Kabalyants P. Discrete dynamical model of mechanisms determining the relations of biodiversity and stability at different levels of organization of living matter. – bioRxiv, 2017. doi:10.1101/161687.
2. Zholtkevych G.N., Bespalov Y.G., Nosov K.V., Abhishek M. Discrete Modeling of Dynamics of Zooplankton Community at the Different Stages of an Antropogeneus Eutrophication // Acta Biotheoretica. – 61(4). – 2013. – P. 449-465.

РЕГУЛЯТОРИКА ГЕНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ МАНИПУЛИРОВАНИИ ГЕНАМИ ОРГАНИЗМА

Сайдалиева М., д-р техн., вед. науч. сотр.,
Хидирова М.Б., д-р техн., вед. науч. сотр.

Научно-инновационный центр информационно-коммуникационных технологий при

Ташкентском университете информационных технологий имени Мухаммада аль-Хорезми, Лаборатория «Регуляторика»

E-mail - regulatorika@yahoo.com

Аннотация. В статье рассматривается моделирование регуляторики генетических систем при выделении генов из организма и искусственной манипуляции. Изучаются особенности поведения генетического материала в ходе геномной перестройки на основе учета нелинейных механизмов взаимодействия регулятора с молекулами репрессора и эффектора, регуляции активности ферментов, ингибирования конечным продуктом. Вычислительные эксперименты показывают, что при некоторых значениях внутренних и внешних клеточных условий существуют следующие режимы: стационарное состояние, автоколебания и хаотическое поведение генных сетей.

Ключевые слова: регуляторика, хаотические процессы, хаос, нелинейная динамика, функционально-дифференциальные уравнения, моделирование.

Интенсивное развитие количественных методов анализа регуляторных механизмов генетических систем при манипулировании генами организма, наблюдаемое в последнее десятилетие, в основном обусловлено выдающимися достижениями в изучении структурно-функциональной организации генетических процессов в клетках, широким применением информационных концепций, математических идей и методов в молекулярной биологии. Формализация объектов при математическом и компьютерном моделировании молекулярно-генетической системы реализуется в рамках математической биологии и биоинформатики. Существует много разных подходов количественного изучения закономерностей функционирования молекулярно-генетических систем. Работа Б. Гудвина является одной из первых работ, основанных на теории оперонов Ф. Жакоба и Дж. Моно и содержит обыкновенные дифференциальные уравнения системы регуляции клеточных функций. Б. Сендов и Р. Цанев [1]

продемонстрировали возможность создания моделей, имитирующих функционирование системы регуляции клеточных функций, групп клеток ткани с использованием систем нелинейных обыкновенные дифференциальные уравнения. Дж. Смит модифицировал рассматриваемые уравнения с учетом запаздывания в регуляционной петле процессов биосинтеза клеток. Взаимоотношения генных регуляторных систем с учетом кооперативности, ингибирования конечным продуктом и временных взаимоотношений были использованы для количественного анализа механизмов контроля генов, злокачественного роста клеток, регуляции клеточных функций и клеточных сообществ [2]. По определению Б.Н.Хидирова – регуляторикой в широком смысле этого слова называется наука, посвящённая решению любых задач, связанных с изучением регуляторных механизмов материи. Б.Н.Хидириным была предложена методология моделирования регуляторных механизмов живых систем на основе учета нелинейных механизмов взаимодействия регулятора с молекулами репрессора и эффектора, регуляции активности ферментов на основе ингибирования конечным продуктом, дающая возможность с единого подхода рассматривать широкий круг явлений, объединенных наличием регуляторной системы, среды регуляции и комбинированной обратной связи. Им было введено понятие ORASTA, состоящее из осциллятора-регулятора (OR), способного принимать, перерабатывать и передавать сигналы определенной природы, и активной среды с временной постоянной ASTA (active system with time averadge), позволяющей осуществлять петлю обратной связи в системе за конечное время [3]. Математическое моделирование механизмов регулирования живых систем реализуется на основе количественного анализа межэлементного функционирования в рассматриваемой среде и способного реагировать на некоторые внешние воздействия. Основные уравнения для модели клеточного деления, с учетом влияния концентрации углеводов, аминокислот и жиров на регуляцию биосинтетической активности, изменения объема клеток, реконструкции генов при генетических манипуляциях, имеют следующий вид:

$$\frac{dC_i(t)}{dt} = \begin{cases} m e^{-C_i(t-\tau)} - \frac{T+T_{C_i}}{TT_{C_i}} (\ln 2) C_i(t) & \text{at } Y(t) < Y_1; \\ \frac{\varepsilon \varepsilon_i a_i D(t)}{1 + \sum_{j=1}^3 d_{ij} \tilde{R}_j(t-\tau_2)} - \frac{T+T_{C_i}}{TT_{C_i}} (\ln 2) C_i(t) & \text{at } Y(t) \geq Y_1; \end{cases}$$

$$\frac{dP_n(t)}{dt} = \begin{cases} -\frac{T+T_{P_n}}{TT_{P_n}}(\ln 2)P_n(t) & \text{at } Y(t) < Y_3; \\ g_n X_n(t) - \frac{T+T_{P_n}}{TT_{P_n}}(\ln 2)P_n(t) & \text{at } Y(t) \geq Y_3; \end{cases}$$

$$\frac{dP_m(t)}{dt} = \begin{cases} -\frac{T+T_{P_m}}{TT_{P_m}}(\ln 2)C_i(t) & \text{at } Y(t) < Y_3; \\ -\frac{T+T_{P_m}}{TT_{P_m}}(\ln 2)P_m(t) & \text{at } Y(t) \geq Y_m; \end{cases}$$

$$\frac{dR_n(t)}{dt} = g_n X_n(t) - h_n(R_n(t) - R_e(t - \tau_3));$$

$$\frac{dR(t)}{dt} = g_m X_m(t) - \frac{T+T_{\tilde{R}_m}}{TT_{\tilde{R}_m}}\tilde{R}_m(t);$$

$$\tilde{R}_n(t) = \frac{R_n(t)}{1 + \mathcal{E}(t)R_n(t)}; \quad Y(t) = \sum_{i=1}^3 \alpha_i Y_i(t);$$

$$\frac{dX_i(t)}{dt} = \begin{cases} -\frac{T+T_{C_i}}{TT_{C_i}}(\ln 2)C_i(t) & \text{at } Y(t) < Y_2; \\ v_i C_i(t - \tau_1) - \frac{T+T_{C_i}}{TT_{C_i}}(\ln 2)C_i(t) & \text{at } Y(t) \geq Y_2; \end{cases}$$

$$\varepsilon = \begin{cases} 0 & \text{in } S \text{ and } M \text{ cell cycles;} \\ 1 & \text{in others;} \end{cases}$$

$$\varepsilon_n = \begin{cases} 0 & \text{at } \tilde{R}_m \geq A_r; \\ 1 & \text{at } \tilde{R}_m < A_n; \end{cases} \quad \varepsilon_m = \begin{cases} 0 & \text{at } \tilde{R}_n \geq A_m; \\ 1 & \text{at } \tilde{R}_n < A_{1m}, \end{cases}$$

где a_i , d_{ij} , v_i , g_n , g_m , α_i – положительные постоянные; A_{i-} – пороговые значения для репрессоров; Y_1 , Y_2 , Y_3 – пороговые значения функции энергетического и материального обеспечения клетки $Y(t)$; T_Z – время полураспада вещества Z ; $Y_1(t)$, $Y_2(t)$, $Y_3(t)$ – величины концентрации поступающих в клетку углеводов, аминокислот и жиров; $R_n(t)$, $R_m(t)$ – величины концентрации активных пластических и митотических репрессоров; $C_i(t)$, $X_i(t)$, $P_i(t)$, $R_i(t)$ – величины концентрации и-РНК, первичных белков, белков-ферментов и репрессоров; τ_1 , τ_2 , τ_3 – временные параметры; $\mathcal{E}(t)$ – концентрация эффектора; t , t_s , T – соответственно, текущее, отсчитываемое с начала

S-периода и общее время деления; $i = n, m$ – пластический и митотический полиопероны.

Специфическая структурно-функциональная организация, наличие кооперативных эффектов и пространственная разделенность основных этапов молекулярно-генетических процессов, обеспечивающих четкую регуляцию биологических процессов в ходе генных манипуляций, затрудняют детальное количественное описание закономерностей реализации наследственной информации. Математическое моделирование регуляторики генетических систем, при перестройке генома, приводит к функционально-дифференциальным уравнениям, получение решений которых тоже является очень трудоемким. Применение методов качественного анализа позволяет во многих случаях оценивать характерные особенности поведения решений данных уравнений в фазовом пространстве, получать приближенные решения по их начальным значениям на отрезке или на множестве равноотстоящих дискретных точек.

Следует особо отметить эффективность модельных систем в виде дискретных рекуррентных уравнений. Анализ деформации фазового пространства позволяет нам определять характер регулярного, нерегулярного и деструктивного поведения генетической системы при включении или удалении генных групп при манипуляциях. Для оценки устойчивости решений, существования колебательных решений, появления странного аттрактора и нерегулярных колебаний мы используем методы бифуркации и фрактального анализа, а также методы обнаружения эффекта «черная дыра» – срыва решений к тривиальному аттрактору. Следует отметить особую важность определения механизмов появления эффекта «черная дыра» – области разрушительных изменений.

Мы разработали компьютерную программу на основе разработанной системы уравнений для анализа структурно-функциональной реконструкции генома с учетом регуляции биосинтетической активности, изменения объема клеток и различных значений концентрации углеводов, аминокислот и жиров. На основе результатов качественных исследований и количественных расчетов был построен параметрический портрет модельных систем регуляторики организма с выделением конкретных областей однотипного поведения: тривиального аттрактора, стационарного режима (B), предельных циклов типа Пуанкаре (C), динамического хаоса (D), деструктивных изменений – «черная дыра» (E). Областями нормального поведения общепринято считать область устойчивого

равновесия – В и область регулярных колебаний – С (устойчивого периодического режима). Можно предположить, что область В является областью функциональной активности клеток, а область С – областью митотической активности клеток. Области аномалий принято считать область динамического хаоса – D и область «черная дыра» – E. Область динамического хаоса характеризуется нерегулярными колебаниями показателей функционирования динамических систем и может идентифицироваться как потеря регулирования в рассматриваемой системе и началом патологического процесса. Она граничит с одной стороны с областью предельных циклов типа Пуанкаре (где поведение системы характеризуется двусторонне устойчивыми периодическими колебаниями), а с другой стороны – с областью резких деструктивных изменений – «черная дыра». Область угасания можно идентифицировать с областью программированной гибели клеток – апоптоза, а область «черная дыра» – с некрозом.

Таким образом, полученные уравнения позволяют проводить количественное исследование возникновения и развития иерархических молекулярно-генетических систем, математического и компьютерного моделирования регулятора конкретных молекулярно-генетических систем при норме и при взаимодействии с чужеродными генами. Вычислительные эксперименты позволили определить основные режимы активности генов: стационарное состояние, автоколебательный режим, режим нерегулярных колебаний и резкий спад активности генов.

Список литературы:

1. Tzanev R., Sendov Bl. A model of the regulatory mechanism of cellular multiplication, *J. Theoret. Biol.*, New York, 12, (1966), 327-341.
2. Хидиров Б.Н., Сайдалиева М.М., Хидирова М.Б. Регуляторика живых систем. – Ташкент: «Fan va texnologiya» нашриёти, 2014, – С. 136.
3. Хидиров Б.Н. Избранные работы по математическому моделированию регуляторики живых систем. Москва – Ижевск, 2014, 304 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОЛОГИИ IDEF0

Соловьев Д.С.^{1,2}, канд. техн. наук, доцент,
Соловьева И.А.², аспирант

¹Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина

²Тамбовский государственный технический университет

Аннотация. Для достижения требуемого качества гальванического покрытия встанёт проблема оптимального выбора технологической схемы. В работе описана функциональная структура системы автоматизированного выбора технологической схемы с использованием методологии IDEF0.

Ключевые слова: автоматизированный выбор, оборудование для гальванических покрытий, проектирование, методология IDEF0.

Проблема автоматизированного выбора технологического процесса для разных видов материала, выбора технологических стадий остается открытой и разносторонней, так как гальванические покрытия применимы практически для всех металлов, используемых в промышленности [1].

Чтобы в сравнительно короткий срок оптимально определить технологический процесс и его технологические стадии, необходимо разрабатывать и поэтапно внедрять схему гальванопокрытия с учетом его необходимых свойств [2]. Создание таких схем должно позволить сократить рабочее время на разработку технологического процесса для каждой из проектируемых линий гальванопокрытия, и использовать ее для разного типа материала, нуждающегося в гальванопокрытии.

О выборе технологической схемы и необходимого для её реализации вида аппаратного оформления следует позаботиться ещё на стадии проектирования – в дальнейшем это позволит сэкономить немалое количество времени и средств.

Для представления этапов автоматизированного выбора стадий и оборудования гальванопокрытия, а также информационных потоков, присутствующих при этом выборе, воспользуемся методологией IDEF0.

Контекстная диаграмма верхнего уровня [3], отображающая связи системы автоматизированного выбора с окружающей средой, представлена на рис. 1.



Рисунок 1 - Контекстная диаграмма верхнего уровня А0

Функцией блока на диаграмме А0 является автоматизированный выбор технологической схемы гальванической линии и соответствующего выбранной схеме оборудования. На входе этого блока - техническое задание (ТЗ), на выходе – рабочий проект (РП). В техническом задании содержится необходимая информация о металле покрытия, необходимой толщине и другие важные сведения, необходимые для гальванического процесса. Конструктор, технолог и лаборатория обеспечивают контроль над работой автоматизированной системы. Они являются лицом, принимающим решение (ЛПР) в вопросах выбора. Для работы системы необходимы различные базы данных и базы знаний (информационно – логические модели поддержки принятия решений, методы гальванопокрытия, критерии оптимальности, правила, базы оборудования и т.д.).

Список литературы:

1. Вирбилис С. Гальванотехника для мастеров. Справочное издание. – М.: Металлургия, 1990. 208 с.
2. Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. – М.: Энергоатомиздат, 2011. 400 с.
3. Маклаков С.В. Создание информационных систем с AllFusion Modeling Suite. М.: Вильямс, 2004. 223 с.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТЕЙШИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВРАЩЕНИЯ, КАК ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ЦИКЛИДЫ ДЮПЕНА

Тищенко И.В., канд. пед. наук, доцент,

Подгорный Д.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной работе проводится исследование возможностей компьютерного моделирования простейших поверхностей вращения тора, цилиндра и конуса, как частных случаи циклиды Дюпена, путем графического преобразования поверхности циклиды. Исследование проводится в двух графических программах, предназначенных для моделирования трехмерных объектов, программы Solid EDGE и Auto Cad.

Ключевые слова: циклида Дюпена, моделирование поверхности, компьютерная графика.

В инженерной графике изучается особый класс поверхностей, которые образуются с помощью окружностей и названный "циклические поверхности" [1]. Внутри этого класса есть каналовые поверхности, к которым относится циклида Дюпена. Название это дано Пьером Шарлем Франсуа Дюпенем в начале XIX в., который открыл эту поверхность [2].

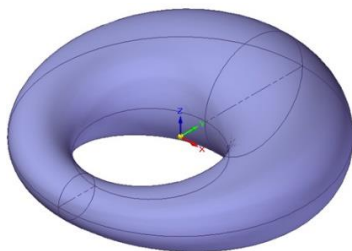


Рисунок 1 – Поверхность циклиды Дюпена

Особенности поверхности циклиды Дюпена дают неограниченные возможности к исследованиям вопроса применения этой поверхности в различных областях (рис. 1). Известны примеры применения

поверхности циклиды Дюпена в архитектуре, в области машиностроения.

Различные способы построения циклиды Дюпена подходят для применения компьютерных технологий в моделировании этой поверхности. В частном случае построения поверхности циклиды, при определенных геометрических условиях она приобретает форму простейших поверхностей вращения, а именно является конусом вращения или цилиндром вращения, или тором [3]. Рассмотрим возможности компьютерного моделирования простейших кривых поверхностей тора, цилиндра и конуса, исходя из условия их формирования из поверхности циклиды Дюпена.

Воспользуемся графическими программами Solid Edge и Auto Cad. Solid Edge – это современная система автоматизированного проектирования (САПР). Auto Cad – относится к классу программ CAD (Computer Aided Design). Обе графические программы предназначены для моделирования трехмерных объектов.

Тор. Самым простым по построению является поверхность тора. Исходным геометрическим объектом является поверхность циклиды. Для получения тора меняем параметры сечений таким образом, чтобы получить равные значения диаметров сечений по всей поверхности, при этом сохраняя габариты поверхности циклиды по очерку. Для сравнения рассмотрим в одном масштабе поверхность исходной циклиды Дюпена (рис. 2, а) и полученную после геометрических преобразований поверхность тора (рис. 2, б). С этой задачей обе графические программы справляются без затруднений и с наименьшей погрешностью изображения.

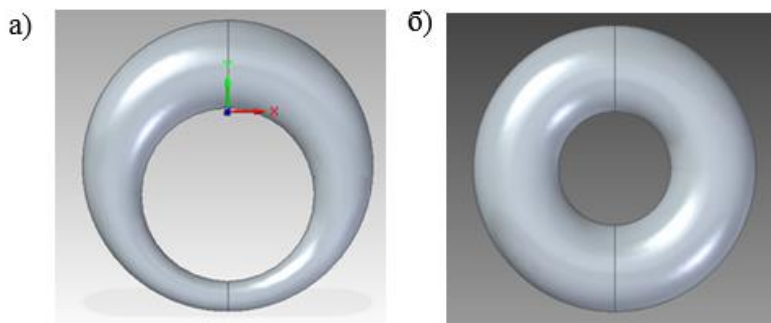


Рисунок 2 – Моделирование в графической программе:
а) циклида Дюпена; б) поверхность тора

Цилиндр. Немного сложнее в графической программе из поверхности циклиды получить цилиндр. Для того, чтобы получить цилиндр сначала необходимо циклиду Дюпена преобразовать в тор. А затем изменяя геометрические параметры тора в графической программе, получают поверхность цилиндра. Здесь габариты исходной поверхности циклиды меняются значительно, устремляя значения диаметров очерков в бесконечность, изменив их до максимально возможных в данной графической программе.

Исследуя полученную поверхность, получаем в итоге графическое изображение поверхности, внешние параметры которой приближены к параметрам цилиндра, где осевая и линии очерков приближены к прямым параллельным линиям (рис. 3. а, б). Погрешность изображения цилиндра, как частного случая циклиды Дюпена, на прямую зависит от графических возможностей программы.

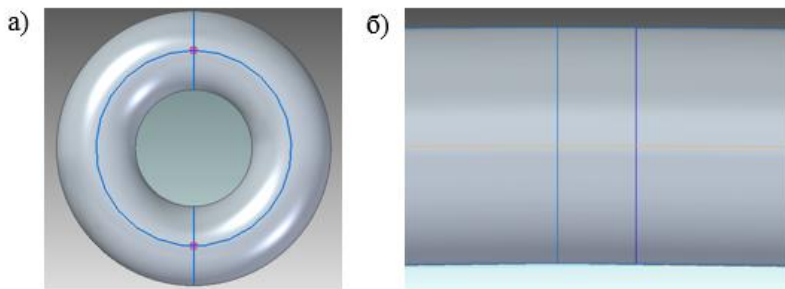
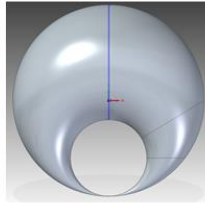


Рисунок 3 – Моделирование в графической программе:
а) поверхность тора; б) поверхность цилиндра

Конус. Получение поверхности конуса является самым трудоемким и многоступенчатым. Сначала поверхность циклиды преобразуют таким образом, чтобы одно из двух сечений приблизить к нулевому значению диаметра, а значит преобразить в точку. Так, как это позволяет выполнить графическая программа. Затем изменить габариты циклиды, преобразуя геометрически параметры диаметра внешнего очерка до максимально возможного значения, устремляя его в бесконечность.

Исследуя полученную поверхность в том же масштабе, что и исходная циклида, получаем графическое изображение поверхности, внешние параметры которой приближены к параметрам конуса, где осевая линия приближена к прямой (рис. 5. а и б).

а)



б)



Рисунок 5– Моделирование в графической программе:
а) поверхность циклиды; б) поверхность конуса

Обе программы справились с построением поверхностей относительно одинаково. Погрешность изображения необходимых поверхностей тора, цилиндра и конуса в разных графических программах различна, но имеет близкие значения, поскольку инструментарий и возможности программ сориентированы на максимальные возможности и результат. Исследование показало, что полученное изображение модели тора практически не имеет погрешности. Модель цилиндра обладает некоторой погрешностью изображения. Модель конуса после всех построений обладает самой большой погрешностью, так как два ключевых параметра своим значением относительно (точка и бесконечность) и ограничены условиями возможностей графических программ.

Список литературы:

1. Иванов Г.С. Начертательная геометрия. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ Публ., 2012. 340 с.
2. Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. Режим доступа: <https://gufo.me/dict/brockhaus>
3. Сальков Н.А. Свойства циклид Дюпена и их применение. Ч. 1. Журнал Геометрия и графика №3. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр ИНФРА-М», Москва, 2017. с. 16 - 25.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СПОРТЕ

Хахалева Е.Н., канд. техн. наук, доцент,

Болотов А.О., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассмотрены примеры применения информационных технологий в спорте. Показано, что использование современных информационных технологий имеет большое значение для профессиональных спортсменов, тренеров, команд, судей, любителей спорта.

Ключевые слова: информационные технологии, спорт, спортсмены.

Информационные процессы становятся одной из важнейших составляющих жизнедеятельности человека.

Также, как и в других сферах жизни общества, в профессиональном спорте достижение высоких результатов практически невозможно без применения информационных технологий. Они используются для поддержания физической формы, для подготовки к соревнованиям, для фиксации результатов, для разрешения споров в сложных ситуациях.

Например, система «Глаз ястреба» используется на всех крупных турнирах по теннису. Комплекс отслеживает попадание мяча в поле, и судья в спорной ситуации по результатам специально смоделированной картинки может с точностью до миллиметра определить попал ли мяч в аут, или он задел игровое поле. Программа способна распознать мяч, летящий на большой скорости (теннисисты могут подать мяч со скоростью больше 150 км/ч), притом, что в мяче нет никаких чипов, или иного рода дополнений в конструкции, позволяющих упростить его распознавание. Такая технология распознавания мяча содержится в секрете [1]. Эта система также используется в футболе, для фиксации взятия ворот. По правилам, чтобы атакующая команда могла отпраздновать успех, мяч должен полностью пересечь линию ворот. Но иногда судьям бывает очень сложно определить произошло ли это на самом деле. Система, зафиксировав мяч, полностью пересекший линию, отправляет судье сигнал на браслет о взятии ворот. Таким образом стало возможным избежать судейских скандалов.

В таких видах спорта, как хоккей и баскетбол, так же используют видеоповторы. Хоккейные арбитры могут использовать видеоповтор для определения взятия ворот, или положения вне-игры. Баскетбольные

судьи, используют их для разрешения споров, связанных с бросками под сирену, а также для определения времени, оставшегося на атаку, выхода мяча за пределы поля.

Не стоит забывать, что в некоторых видах спорта фиксация результата происходит с помощью информационных технологий как инструмента фиксации. Например, фотофиниш в легкой атлетике, или замер длины прыжка.

Самым лучшим примером, показывающим, как ИТ-технологии могут влиять на представление и результаты в спортивной сфере, является автоспорт. Полвека назад в Формуле-1 машины, конечно, отличались от обычных машин, но разница была лишь в самих комплектующих. Сейчас же болид имеет сложную технологическую поддержку, это можно заметив лишь бросив взгляд на руль. Множество кнопок, которые нельзя встретить в обычном автомобиле выполняют, например, функции регуляции подвески, режим работы двигателя, регулирование антикрыльев и другие настройки. Не стоит также забывать и о такой вещи, как передача телеметрической информации автомобиля в командный бокс, по результатам которой пилоту командой даются рекомендации по изменению параметров болида. Прогресс дошел до того, что появилась автоматическая подвеска, которая изменяет свои параметры в зависимости от показаний бортового компьютера автомобиля. Однако, эту технологию вскоре запретили, так как в таком случае возник серьезный риск того, что соревнования по факту стали бы проходить среди бортовых компьютеров, а не пилотов.

Тренировки профессиональных спортсменов также претерпели изменения из-за появления новых технологий. Если спортсмены раньше могли менять план своих тренировок исходя лишь из собственного опыта и ощущений, то если сейчас понаблюдать за процессом подготовки, мы можем наблюдать такую картину: спортсмен бежит на беговой дорожке, к его телу прицеплены датчики, на нём самом может быть надета маска, которая может фиксировать объём выдыхаемого воздуха. В результате отображается полная информация о биометрических параметрах человека, и, исходя из этих результатов, тренера узнают текущее состояние, и в случае необходимости откорректировать план тренировок, учитывая, в том числе и особенности организма конкретного спортсмена [2].

ИТ-технологий активно применяются не только спортсменами и тренерами, но и организаторами спортивных мероприятий. Впервые компьютер при на спортивных мероприятиях применили при

проведении олимпиады в Риме в 1960 году [3]. Компьютер заносил данные о результатах соревнований. Сейчас же просто невозможно представить себе организацию большого спортивного мероприятия без участия ИТ-технологий. СМИ требуют незамедлительную информацию до, во время и после соревнований, фанаты ищут информацию об участниках на различных сайтах, зрители смотрят трансляцию по телевизору или в интернете в хорошем качестве. Например, если проводится чемпионат мира по футболу, фанаты наверняка заходят отследить последние результаты участников или составы команд. Значит нужно создать базу данных, которая содержит всю необходимую информацию. При проведении крупных спортивных мероприятий нужна качественная трансляция. Значит надо организовать целый комплекс и учитывать различные аспекты, например, расстановку камер или выбор картинки для трансляции. Всё это требует больших усилий от организаторов, напрямую подобные вещи влияет статусность и зрелищность соревнований. Это указывает на важность ИТ-технологии в организации. Оборудование мест для проведения пресс-конференции на месте после соревнований представляет собой целый комплекс ИТ. И не стоит забывать, что само спортивное мероприятие – это то место, где можно увидеть реализацию проектов в сфере ИТ: турникеты, пускающие при наличии билета, большие табло на стадионе, экраны с меняющейся рекламой. Затраты на такие события могут быть весьма большими, но при правильной организации процесса, все останутся довольны: спортсмены получают отличную площадку для демонстрации своих навыков, зрители наслаждаются зрелищем, организаторы получают прибыль [2].

Не только профессиональные спортсмены, но и любой человек может спокойно заниматься спортом, будь то игра в футбол во дворе или систематические занятия в спортзале. Для тех, кто хочет добиться каких-либо результатов, существует множество приложений-помощников, которые помогают им в этом. Это могут быть браслеты, приложения на телефон. Например, игровая приставка Goji Play призвана разнообразить скучные упражнения на беговой дорожке или велотренажере. Работает она следующим образом: два контроллера крепятся на ручки тренажера, а датчик движения на одежду. Далее запускается игра совместимая с системой. Управление в игре осуществляется за счет кнопок на контроллере, а также движений самого игрока. Так можно вести более подвижный образ жизни, не отвлекаясь от видеоигр. Система также может использоваться как

дневник тренировок, так как она запоминает количество потраченных калорий, пройденное расстояние и тому подобные детали.

Существуют так же браслеты для замеров количества пройденных шагов и потраченных калорий. Аппаратная часть, состоящая в основном из акселерометра (имеется в любом современном мобильном телефоне) измеряет движение и скорость.

Итак, можно сделать вывод о том, что информационные технологии всё глубже и глубже проникают в нашу жизнь. Спорт становится все более технологичным, привлекая все больше внимания людей. Каждый ребенок может пойти заниматься спортом, и даже если он не станет профессионалом, все равно это будет полезным для его здоровья. Информационные технологии продолжают развиваться, и может быть, через несколько лет, мы сможем увидеть первых спортсменов – роботов.

Список литературы:

1. Эволюция в спорте vs информационные технологии [Электронный ресурс] <http://lib.com.ua/raznoe/evolyuciya-v-sporte-vs-informacionnye-tehnologii.html>
2. Старков Е.А., Дерябин А.И. Информационные технологии в спорте // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XIX междунар. студ. науч.-практ. конф. № 12(19). / [Электронный ресурс] Режим доступа. URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/12\(19\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/12(19).pdf)
3. Использование информационных технологий при проведении спортивных мероприятий – [Электронный ресурс] Режим доступа. http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=10002256.

ЗНАЧЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПЛАНИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ ГОРОДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Шагинян Ш.З., канд. техн. наук,
ГНО «Геодезия и картография»

Ордуханян Э.В., аспирант
*Национальный университет архитектуры
и строительства Армении*

Аннотация. В настоящее время геоинформационные технологии охватывают практически все сферы человеческой деятельности. В статье представлено, как использовать геоинформационные системы для сбора информации о кирпичных историко-архитектурных памятниках, которые находятся в наиболее уязвимом положении в городских условиях, для сбора информации и создания решений для управления этими памятниками и их дальнейшего использования.

Ключевые слова: Историко-архитектурный памятник, кирпичное строение, географическая информационная база, карта, ГИС

В цифровую эпоху, когда возможно одновременно собирать в течение короткого времени и управлять огромным количеством информации, не использовать эти возможности в максимальном диапазоне возможных объемах большая ошибка. Важно подчеркнуть, что геоинформационные технологии не только обеспечивают сбор и ведение данных, но также позволяют осуществлять аналитическую работу и управление проектами в режиме реального времени [1].

Исследование было проведено 2018, и были обследованы исторические здания в Ереване, построенные из кирпича.

В рамках исследования в Ереване были исследованы и идентифицированы здания из кирпича. О них было собрано как можно больше информации. Из-за того, что в Ереване и в Республике Армения много кирпичных исторических зданий, предметом исследования были сооружения 19 и 20 веков, находящийся в Ереване, построенные из кирпича и полностью или частично дошедшие до наших дней, в независимости от типа здания.

В зданиях Еревана качестве строительных материалов использовались сырье и обожжённые кирпичи. Руины ереванских фортификационных комплексов периодически связаны с периодом с

четвертого тысячелетия до нашей эры, до XVI века с перерывами во времени [2].

Жилые дома, построенные из обожженного кирпича в Ереване, были построены в основном в конце 18 и начале 19 веков. В этот период Ереван находился под контролем иранских ханов. В этот период также было построено 8 мечетей, из которых сейчас действует только Голубая мечеть в Ереване, а мечеть Конд находится в плохом состоянии.

Одними из немногих мечетей в городе были мечети Хаджи Новруз Али бей и Зал Хан в Шахском районе. Мечеть в Дамирбулаге была меньше и менее роскошной. Планы мечетей Гаджи Новруз Али Бея и Зал Хана были похожи друг на друга. На двери ханской мечети Зал Хана была запись о строительстве. Он был построен в 1687 году (по персидскому календарю 1098) по чтению Линча. Он также отмечает, что, хотя мечеть Зал-хана была меньше, чем Джамаат Кёнджу, она была несколько похожа и имела огражденный внутренний двор с фонтанами и сад с цветами [3].

В то время существовали и отели, одним из которых был отель Лондон. Этот отель находился на улице Астафяна (ныне улица В. Саргсяна) (рис. 1). У него был кирпичный фасад и деревянные балконы. На первом этаже были магазины и торговые точки, а на втором этаже были номера, где останавливались торговцы или путешественники.

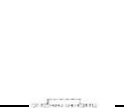
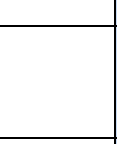
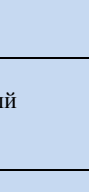


Рисунок 1 – отель Лондон

Ереван был богат архитектурой своих кирпичных домов, у которых есть такие отличительные черты, как использование декоративных кирпичей на фасадах зданий и использование цветного кирпича в отделке интерьеров. Потолки первого этажа арочные, отмеченные цветной декоративной кирпичной кладкой. Балконы, построенные на фронтальной части кирпичной кладки, имели старинные армянские декоративные мотивы. Это сочетание указывает на мастерство армянских архитекторов и мастеров, сохраняющих традиционную армянскую архитектуру в составе иранского государства.

В таблице 1 представлены некоторые данные, собранные о памятниках.

Таблица 1

№	Имя	Состояние	Чертеж	Фотография
1	Дом Панапана	Стот, Восстановлен, Предварительный внешний вид		
2	Дом Камсараканов	Разрушен		
3	Дом Тер- Габриелянов	Разрушен		
4	Дом Худабашхов	Разрушен		
5	Дворец Панахана	Разрушен		
6	Дом	Разрушен		
7	Дом	Стот, Предварительный внешний вид		
8	Дом	Стот, Восстановлен,		

Однако информация, представленная таким образом, имеет довольно низкую степень применения. Информация должна быть представлена таким образом, чтобы повысить эффективность аналитической работы, сделать данные сопоставимыми с другими подходящими материалами. На основе имеющихся данных для этой

цели была разработана цифровая база данных. Для разработки использовался пакет программного обеспечения ArcGIS desktop. На основе разработанной базы данных создана карта памятников. С помощью карты вы можете анализировать особенности их местоположения, классифицировать их и оценивать способы сохранения.

Таким образом, наличие данных о местонахождении памятников, их принадлежности и текущего состояния на карте облегчит разработку проектов по сохранению или перестройке этих памятников, реабилитации и дальнейшему использованию. Например, с учетом расположения памятника и степени его поврежденности, карту можно сочетать с картой годовых осадков на месте и, соответственно, оценивать, в какой степени погодные условия наносят ущерб памятнику и какие меры защиты следует применять.

Для защиты кирпичных сооружений Республики Армения предлагается использовать следующие методы: канаты с ребрами жесткости, инъекционные композитных материалов и применение металлических гвоздей. Восстановление и реконструкция обожжённого кирпича коррозионностойкий или расщепленный с использованием идентичного строительного материала, базового водоотведения, армирования и усиления фундамента, через штукатурку и диафрагму, через выпрямление прозрачными материалами, биопрозрачными силикатными материалами [4].

Имея хорошо собранную и наглядную базу, по данным каждой конструкции в зависимости от степени поврежденности, а также строительные материалы, которые мы можем классифицировать, возможно, иметь аналогичные решения для мемориальных сооружений [5]. На этой основе также подготовить научно-методические материалы. Используемые методы также могут быть найдены в базе данных, и со временем можно отслеживать и изучать данные по их применению.

Исследования проводились в рамках проекта ЭЛМА (ELMA).

Список литературы:

1. Kang-tsung Chang, Introduction to Geographic Information Systems, McGraw-Hill Education, 2015, 448 p.
2. Киракосян Л. В, Ордухянян Э. В.- Архитектура оборонительных кирпичных сооружений Еревана- Известие НУАСА- No.3 – 2017 . с- 37-45:
3. Линч, Армения, т. I, էջ 280

4. E. Ordoukhanian- “Preservation techniques for brickwork structure in the Republic of Armenia” - Proceedings of the 10th international conference on “Contemporary problems of architecture and construction” – Sep. 22-24 Beijing China 2018 – pp. 101-106
5. Шагинян Ш.З., Осуществленные на территории Республики Армения работы в области геодезии и пути дальнейшего развития отрасли, Научные труды НУАСА, I (64) 2017, с 105-111

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ АЛГОРИТМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ДИНАМИКИ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ АВТОДОРОГ КРИОЛИТОЗОНЫ

Якубович А.Н., д-р техн. наук, профессор
*Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)*

Аннотация. Рассмотрены особенности программной реализации алгоритмов, позволяющих оценивать температурный режим вечномерзлых грунтов в условиях прогнозируемых климатических изменений. Показано, что по окончании первого года температурный режим грунта стабилизируется, что позволяет использовать результаты моделирования второго года при оценке прочности и деформативности оснований в изменившихся климатических условиях. Определены параметры численного моделирования, оптимальные по критериям точности и производительности.

Ключевые слова: вечномерзлые грунты, климатические изменения, моделирование

Глобальные климатические изменения, с весьма высокой вероятностью прогнозируемые на период до 2050 года и далее, оказывают негативное воздействие на инфраструктурные объекты, расположенные в криолитозоне России [1]. Главным фактором, обуславливающим повышенные климатические риски в отношении этих объектов, является сверхнормативное оттаивание вечномерзлых грунтов оснований, что приводит к его неравномерным просадкам под нагрузкой, чрезмерным деформациям и, в предельном случае – к разрушению расположенных на этих основаниях объектов [2]. Моделирование температурного режима грунтов, осуществляемое в широком диапазоне возможных климатических изменений, является обязательным условием для своевременного выявления климатических рисков и их снижения с помощью соответствующих инженерно-технических мероприятий [3].

Вероятностный характер прогнозируемых климатических изменений обуславливает целесообразность использования методов статистического и имитационного моделирования [4, 5], при котором параметры климатических изменений рассматриваются как случайные величины, описываемые некоторым набором (выборкой) их возможных значений (реализаций) [6]. В качестве законов распределения для этих

случайные величин возможно использование кривых Пирсона, наиболее соответствующих имеющимся эмпирическим данным [7]. В процессе моделирования определяются показатели температурного режима вечномерзлого грунта, его прочностные характеристики, и, как конечный результат, показатели надежности инфраструктурного объекта [8] в новых климатических условиях их эксплуатации. Поскольку большинство моделируемых показателей являются случайными величинами, оценивать их прогнозируемые значения можно только с указанием некоторых вероятностных интервалов [9]. В целом, алгоритмы моделирования температурной динамики грунта описаны в [10].

С целью проверки работоспособности алгоритмов и их пригодности для прогнозирования влияния климатических изменений, были выполнены расчеты с различными сочетаниями параметров моделирования. Основными варьируемыми параметрами являлись квант времени Δt (интервал, в течение которого все параметры модели считаются неизменными) и пространственное разрешение модели $\Delta x = \delta_x = \delta_y$ (квадратное поперечное сечение расчетных элементов). Изменение температур в грунте на глубине 2 м показано на рис. 1.

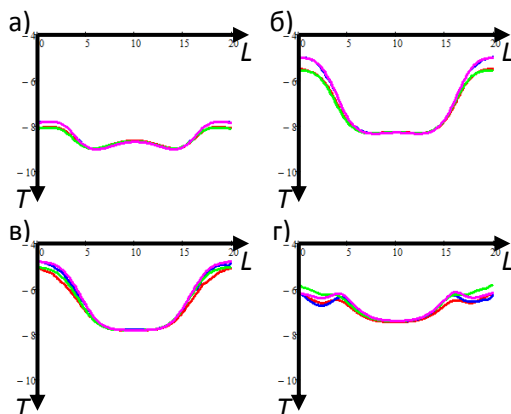


Рисунок 1 – Горизонтальный температурный профиль, °С, на глубине 2 м при периоде моделирования (от 1 января среднестатистического года): а) – 200 дней, б) – 250 дней, в) – 300 дней, г) – 350 дней; цвета графиков: красный – $\Delta t=300$ с, $\Delta x=7$ см, синий – $\Delta t=300$ с, $\Delta x=15$ см, зеленый – $\Delta t=600$ с, $\Delta x=10$ см, фиолетовый – $\Delta t=900$ с, $\Delta x=15$ см.

Можно видеть, что все 4 модели, показанные на рис. 1, обеспечивают весьма близкие результаты и, соответственно, используют корректные сочетания Δt и Δx . Отличия для моделей б) и г) объясняются не кратностью параметру $\Delta x=15$ см размера грунтового массива.

Годовая динамика температурного режима вертикального профиля грунта, определенная по отдельным дням среднестатистического года, показана на рис. 2. Можно видеть, что все использованные модели до определенного момента (до 150-го дня среднестатистического года) обеспечивают практически тождественные результаты. Однако уже к 200-му дню модель с $\Delta t=600$ с и $\Delta x=7$ см дает значительную погрешность, которая при продолжении моделирования нарастает, и к 300-му дню, очевидно, становится неприемлемо большой. К этому же времени начинает проявляться и погрешность в модели $\Delta t=900$ с и $\Delta x=10$ см.

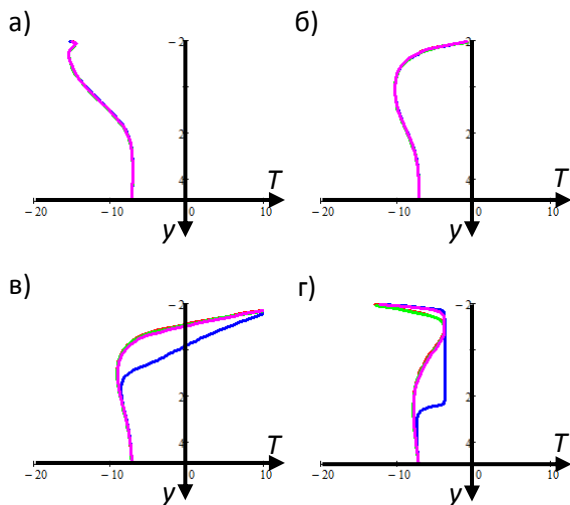


Рисунок 2 – Вертикальный температурный профиль, °С, в середине дорожного профиля при периоде моделирования: а) – 100 дней, б) – 150 дней, в) – 200 дней, г) – 300 дней; цвета графиков: красный – $\Delta t=300$ с, $\Delta x=10$ см, синий – $\Delta t=600$ с, $\Delta x=7$ см, зеленый – $\Delta t=600$ с, $\Delta x=15$ см, фиолетовый – $\Delta t=900$ с, $\Delta x=10$ см.

Погрешности моделирования, наблюдаемые на рис. 2, свидетельствуют о начале расходимости вычислительного процесса, а значит, о несовместимости использованных параметров моделирования Δt и Δx . Таким образом, выбор совместимых параметров моделирования является необходимым условием для получения достоверных результатов. Исходя из результатов анализа по рассмотренным тестовым моделям, можно признать наиболее целесообразным сочетание $\Delta t=600$ с и $\Delta x=10$ см.

Поскольку моделирование температурного режима начинается в предположении постоянной температуры по всем расчетным элементам, важным вопросом является скорость сходимости результатов к постоянным значениям. На рис. 3 можно видеть, что уже к концу первого года влияние начального состояния грунтового массива становится незначимым. Соответственно, для оценки температуры можно использовать результаты моделирования для второго подряд среднестатистического года; увеличение периода моделирования (3 и более лет) является нецелесообразным, так как не приводит к повышению точности.

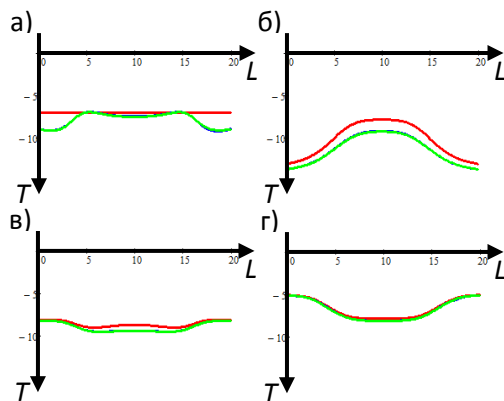


Рисунок 3 – Оценка скорости сходимости вычислительного процесса: а) – 10 дней, б) – 100 дней, в) – 200 дней, г) – 300 дней; цвет графиков по годам моделирования: первый год – красный, третий год – синий, пятый год - зеленый

Таким образом, анализ результатов моделирования подтвердил работоспособность алгоритмов моделирования температурного режима грунта, а также позволил определить оптимальные параметры

вычислительного процесса (по критериям точности и производительности).

Список литературы:

1. Хлебникова Е.И. Воздействие изменений климата на строительство, наземный транспорт, топливно-энергетический комплекс / Е.И. Хлебникова, Т.А. Дацюк, И.А. Салль // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. 2014, № 574. С. 125-178.
2. Якубович И.А. Анализ норм проектирования объектов автотранспортной инфраструктуры на чувствительность результатов расчетов к прогнозируемым климатическим изменениям / И.А. Якубович // Актуальные проблемы современной науки. 2017. № 1. С. 208-214.
3. Якубович А.Н. Моделирование и оценка природных и техногенных рисков в автотранспортном комплексе / А.Н. Якубович, Ю.В. Трофименко, И.А. Якубович. М.: Изд-во МАДИ, 2018. 232 с.
4. Гвоздев В.Е. Анализ надежности технических систем на основе математико-статистического моделирования / В.Е. Гвоздев, Г.И. Таназлы, А.Ю. Хасанов, М.А. Абдрафиков // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2011. №2, Т.15. С. 22-28.
5. Димов Э.М. О точности и адекватности метода статистического имитационного моделирования / Э.М. Димов, О.Н. Маслов // Инфокоммуникационные технологии. 2007. № 1, Т. 5. С. 60-67.
6. Якубович А.Н. Эффективный алгоритм численной реализации случайных величин в задачах статистического моделирования технических систем / А.Н. Якубович, И.А. Якубович // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2016. № 8. С. 84-89.
7. Тимофеев В.С. Оценивание параметров регрессионных зависимостей с использованием кривых Пирсона / В.С. Тимофеев // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. 2009. № 4. С. 57-66.
8. Кучера Л.Я. Моделирование показателей надежности технических систем / Л.Я. Кучера, М.В. Копанев, Н.В. Федорова // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2010. №2. С. 204-208.
9. Якубович А.Н. Оценка обеспеченности ведущей функции потока отказов / А.Н. Якубович, И.А. Якубович // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2011. № 1. С. 16-21.
10. Якубович И.А. Моделирование риска утраты функциональности автомобильных дорог на территории вечномёрзлых грунтов / И.А. Якубович // Актуальные проблемы современной науки. 2017. № 1. С. 214-218.

10. АВТОМАТИЗАЦИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ НА БАЗЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДИНАМИЧЕСКИХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ

Авербух М.А., д-р техн. наук, профессор,
Попов С.А.

*Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье описывается процесс разработки имитационной модели современного частотно-регулируемого электропривода динамических нагнетателей со скалярным управлением, а также его анализ, при помощи программного пакета Matlab с графической средой моделирования Simulink и библиотекой для симуляции электроэнергетических систем SimPowerSystems.

Ключевые слова: электропривод, имитационное моделирование, скалярное управление, динамические нагнетатели.

В настоящее время наблюдается глобальный переход от нерегулируемого асинхронного электропривода к регулируемому, так как он более энергоэффективен. В данный момент большая часть динамических нагнетателей, а именно насосов, вентиляторов, компрессоров, используются в составе нерегулируемого электропривода и работают неэкономично. Потери электроэнергии составляют 15-20% от потребляемой электроэнергии [1]. Для снижения потерь электроэнергии целесообразно применение экономных способов регулирования. Одним из таких способов является частотное регулирование. Основным методом применяемый в частотном регулировании динамических нагнетателей – скалярный. Частотные преобразователи со скалярным законом управления очень просты в реализации, не требуют сложных датчиков и ресурсоемких вычислений. Скалярный метод регулирования основан на принципе изменения по определенному закону частоты питающего напряжения совместно с его амплитудой, например в динамических нагнетателях используют закон $\frac{U}{f^2} = const$.

Механические характеристики частотно-регулируемого ЭП, работающего на вентиляторную нагрузку показаны на рис. 1. Несмотря на очевидные преимущества использования скалярного регулирования для управления динамическими нагнетателями, он обладает и определенными недостатками, такими как: малый диапазон регулирования по скорости и невозможность одновременного управления скоростью и моментом.

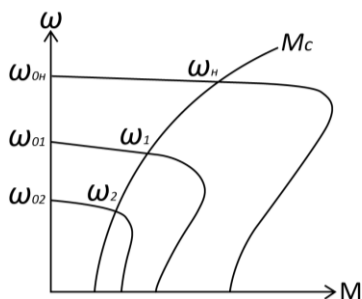


Рисунок 1 - Механические характеристики электропривода при вентиляторной нагрузке

Для систем автоматического управления, скалярные законы обычно применяют со стабилизацией какого либо параметра: потокосцепления статора, потокосцепления ротора, главного потокосцепления. Проще всего реализовать на практике вариант скалярного управления со стабилизацией потокосцепления статора. Известно, что причиной уменьшения потока в двигателе при скалярном управлении является падение напряжения на активном сопротивлении обмотки статора. Для устранения влияния активного сопротивления используют IR-компенсацию, которая позволяет убрать негативные моменты, связанные с падением напряжения на активном сопротивлении обмоток статора, тем самым увеличивая жесткость получаемых механических характеристик [2].

Для разработки и тестирования различного электропривода чаще всего прибегают к моделированию, как к наиболее рациональному методу, позволяющему заменить исследуемую систему математической моделью, которая с достаточной точностью может описать систему. Этот метод очень удобен тем, что не требует наличия реального объекта, а так же множества датчиков для фиксации токов и напряжений, протекающих в системе; скорости вала и момента на валу. Также, при проектировании есть риск вывести реальное оборудование

из строя, если допустить ошибки в расчетах, чего можно полностью избежать при математическом моделировании системы. Быстро развивающаяся в последнее время компьютерная техника позволяет не рассчитывать модели вручную, а используя пакеты специальных программ производить моделирование процессов любой сложности, что крайне облегчает процесс проектирования электроприводов любых назначений. Такие программы дают возможность наглядно исследовать как отдельные объекты, так и целые системы, при минимальных материальных и трудовых затратах.

Рассмотрим в качестве примера моделирование асинхронного электропривода центробежного насоса с применением скалярного закона регулирования и IR-компенсацией. Принципиальная схема такого электропривода изображена на рис. 2. На представленной схеме можно выделить силовую часть, а именно выпрямитель, инвертор на IGBT транзисторах, асинхронный электродвигатель. Остальные элементы относятся к системе управления.

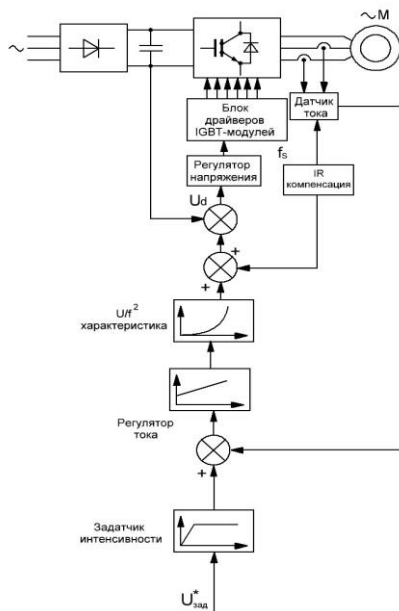


Рисунок 2 - Принципиальная схема асинхронного электропривода со скалярным законом регулирования

Данную принципиальную схему можно преобразовать в функциональную схему, представленную на рис.3.

В состав функциональной схемы входят:

ЗИ – задатчик интенсивности; ФП – функциональный преобразователь, реализующий скалярный закон U/f^2 ; ПЧ – преобразователь частоты; РТ – регулятор тока; Дэ – электрическая часть электропривода; R_1 – активное сопротивление статора; ДТ – датчик тока; Дм – механическая часть электропривода [3].

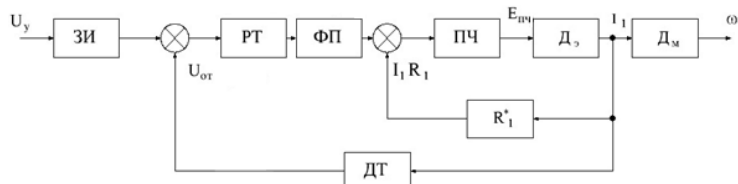


Рисунок 3 - Функциональная схема управления электроприводом

На основании составленной функциональной схемы построим структурную схему, представленную на рис. 4.

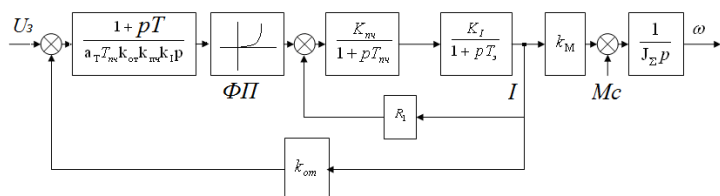


Рисунок 4 - Структурная схема управления электроприводом

На основании данной структурной схемы можно собрать модель в программе Matlab/Simulink, но используя дополнительные библиотеки, можно более качественно моделировать и изучать протекающие в подобных сложных системах процессы. Одной из таких библиотек является SimPowerSystems (SPS), ориентированная на моделирование электромеханических систем. Несомненным достоинством Simulink является то, что сложные электрические системы можно собирать, сочетая методы имитационного и структурного моделирования. Например, силовую часть инвертора на IGBT транзисторах можно взять из библиотеки SPS, а систему управления собрать из стандартных блоков среды Simulink. Такой подход, в отличие от пакетов схемотехнического анализа, позволяет сильно упростить процедуру моделирования для сложных систем. Кроме того, в модели можно использовать функции самого MATLAB, что дает практически

безграничные возможности для моделирования электротехнических систем [4].

На рис.5. представлена схема имитационной модели с использованием электродвигателя ПЭДВ 4-144 применяемого для ЭП насосных установок. Управление ЭП происходит по закону $\frac{U}{f^2} = const$ с IR-компенсацией, которые реализованы в Control System. Подробнее система управления показана на рис. 6. По результатам проведенного моделирования (рис. 7.) можно увидеть, что ЭП разогнался до номинальной скорости за 1с, при этом ток не превышает номинальные значения.

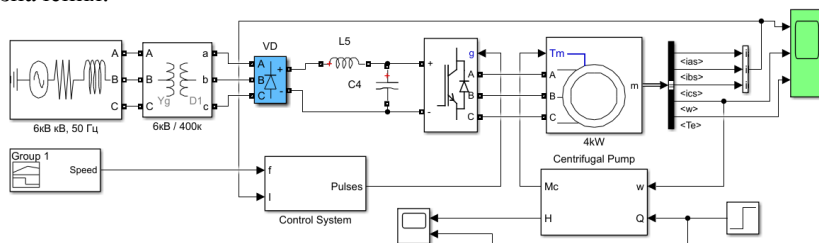


Рисунок 5 - Имитационная модель электропривода

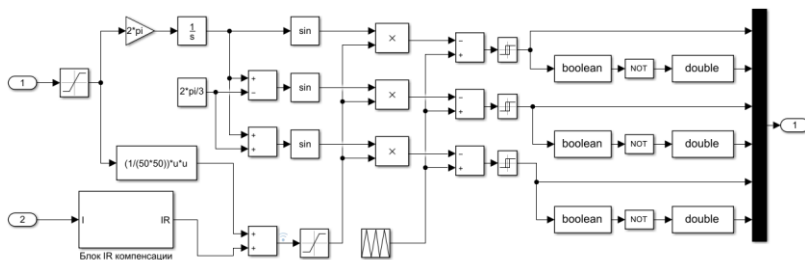


Рисунок 6 - Скалярная система управления с IR-компенсацией

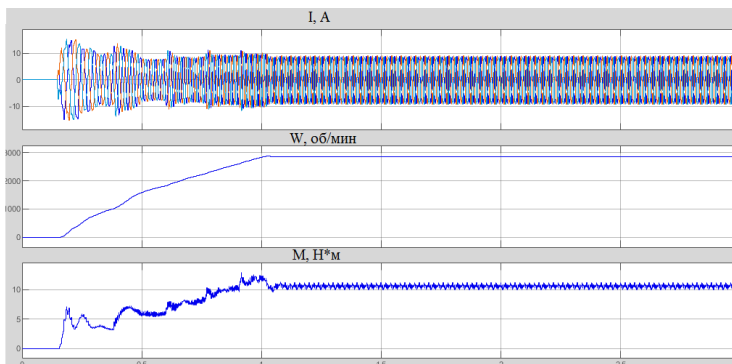


Рисунок 7 - Результаты имитационного моделирования электропривода насоса

Список литературы:

1. Лезнов Б.С. Оценка эффективности регулируемого электропривода в насосных установках // Известия ТулГУ. Технические науки. 2010. №3. С. 58-65.
2. Фащиленко В.Н Регулируемый электропривод вентиляторных и насосных установок М: Издательство «Горная книга», 2011. 264с.
3. Авербух М.А. Проектирование частотно-регулируемого электропривода динамических нагнетателей: учебное пособие / М.А. Авербух, А.Н. Семернин. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 98с.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: учебное пособие. СПб.: Корона принт, 2001. 320 с.

ОСОБЕННОСТИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПО СИСТЕМЕ ТИРИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ-ДВИГАТЕЛЬ

Авербух М.А., д-р техн. наук, профессор,
Фальков Г.А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассказывается, как разработать имитационную модель электропривода по системе ТП-Д в программном комплексе Matlab с пакетом расширений Simulink, при помощи которой можно произвести настройку регулятора и снятия осциллограмм скорости, тока якоря, момента с высокой точностью и информативностью.

Ключевые слова: электропривод, ТП-Д, подъемная установка, настройка регулятора, МПСУ, имитационное моделирование.

В горнодобывающей промышленности широко применяются подъемные установки. Тахограмма движения подъемного сосуда выполняется за счет электропривода (ЭП). При этом в качестве ЭП могут использоваться приводы постоянного и переменного тока.

Широкое применение находит ЭП постоянного тока по системе тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д). Система ТП-Д обладает абсолютной управляемостью, высокой точностью выполнения тахограммы, небольшими массогабаритными показателями, высокой надежностью, обеспечивает широкий диапазон регулирования скорости.

В ЭП подъемных установок применяется замкнутая система управления ТП-Д, где для точности позиционирования координат ЭП необходимо произвести настройку регулятора. При аналитическом расчете в виду сложности описания системы нелинейными дифференциальными уравнениями, осуществить точную настройку затруднительно. Подбор параметров настройки регуляторов целесообразно произвести с помощью имитационного моделирования [1].

Актуальной целью становится создание имитационной модели. Данный метод моделирования позволяет использовать фактические или ожидаемые системы, когда эксперименты на реальных системах не являются невозможными или практичными, либо находятся в процессе замены нескольких компонентов системы [2].

В комплект современных систем ЭП входят соответствующие контроллеры и средства управления. Функциональная схема с микропроцессорными программируемыми средствами управления (МПСУ) системы ТП-Д представлена на рис. 1 [4].

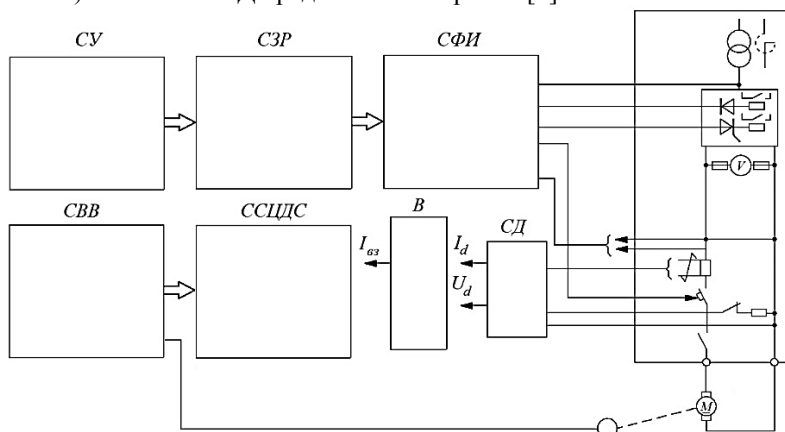


Рисунок 1 - Функциональная схема системы ЭП подъема с МПСУ

В состав функциональной схемы входят:

- СУ – система управления;
- СЗР – система защиты и регулирования;
- СФИ – система формирователей импульсов;
- СВВ – система входа и выхода;
- ССЦДС – система связи с цифровым датчиком скорости;
- СД – система датчиков.

МПСУ реализует базовые структуры САР скорости, ЭДС, положения с различными типами аналоговых, импульсных и кодовых датчиков.

В МПСУ предусмотрена [6]:

- самонастройка регуляторов;
- самодиагностика средств управления (степень диагностирования до неисправного модуля);
- изменение конфигурации системы регулирования с помощью встроенного пультового терминала;

- возможность интеграции изделия в автоматизированные комплексы, в том числе и с ЭВМ верхнего уровня с помощью локальных информационных сетей;
- цифровая запись аварийного следа;
- программно-аппаратные средства подавления сбоев системы;
 - встроенные средства программирования ППЗУ.

Приведенная функциональная схема является основой для всех систем ЭП подъема с МПСУ, но должна быть адаптирована для конкретной системы ЭП [7]. В соответствии со схемой изображенной на рис. 1 строится имитационная модель электропривода по системе ТП-Д в MatLab Simulink изображенная на рис. 2 [3].

Имитационные модели в программном комплексе Matlab с пакетом расширений Simulink [5] позволяют анализировать и настраивать систему управления электроприводами, при этом модели построенные в данном пакете обладают высокой точностью и информативностью в динамических и статических режимах. В результате проведенного моделирования были получены осциллограммы скорости (см. рис. 3), тока якоря и момента (см. рис. 4).

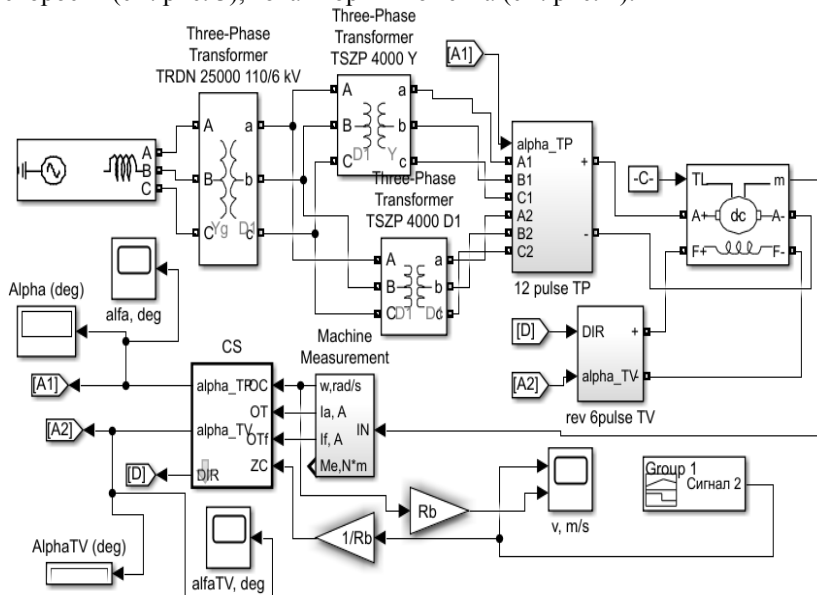


Рисунок 2 - Имитационная модель электропривода по системе ТП-Д в MatLab Simulink

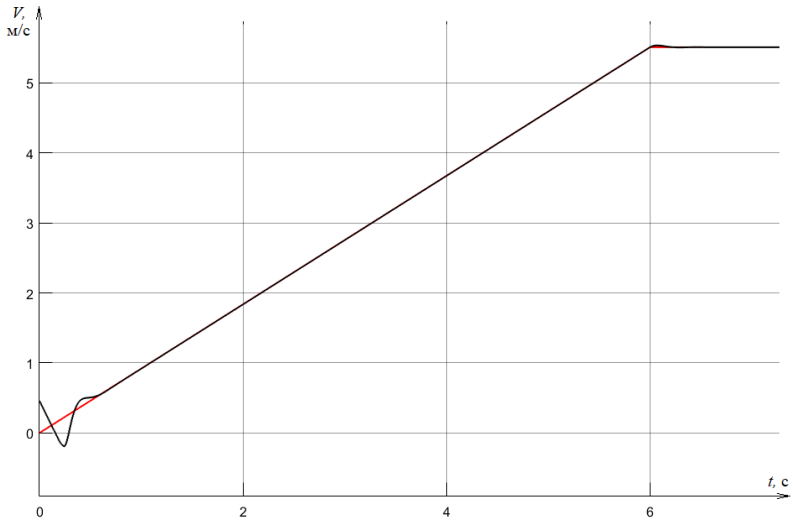


Рисунок 3 - Осциллограмма имитационного моделирования скорости

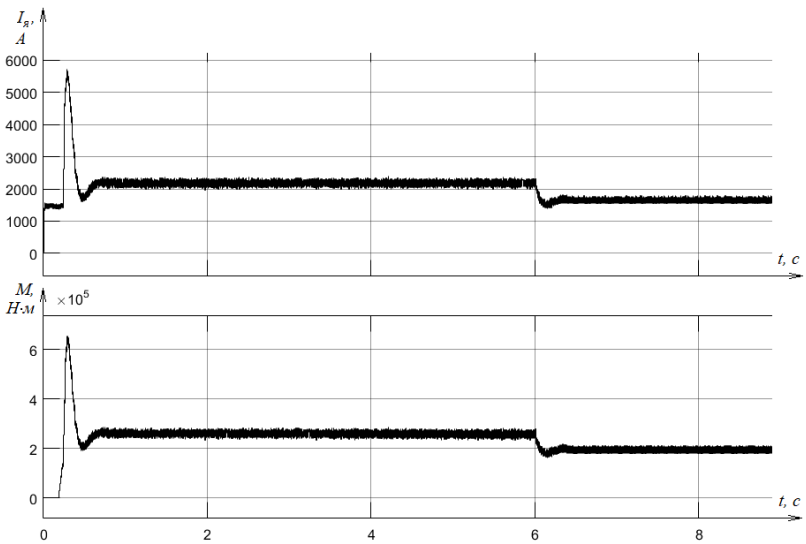


Рисунок 4 - Осциллограммы имитационного моделирования тока якоря и момента

Список литературы:

1. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. – М.: Мир, 1978. – 420 с.
2. Зайцев В. С., Харланов О. В. Адаптивная система управления электроприводом грузоподъемного механизма крана // Вестник Приазовского государственного технического университета. Технические науки. – 2009. – №.19. – С. 215 – 217.
3. Авербух, М.А. Автоматизированный электропривод многоканатной подъемной установки. – Норильск, 2006. – 145 с.
4. Микитченко А. Я. Разработка управляемого электропривода по системе ТП-Д для машин предприятий горнодобывающей промышленности // Вестник Оренбургского государственного университета. – 1999. – №. 3. – С. 108 – 109.
5. Дьяконов В.П. MATLAB. Полный самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 768 с.
6. Микитченко А. Я. Разработка управляемого электропривода по системе ТП-Д для машин предприятий горнодобывающей промышленности // Вестник Оренбургского государственного университета. – 1999. – №.3. – С. 108 – 109.
7. Малиновский А. К., Ткаченко П. В. Модернизация электропривода механизма передвижения грузоподъемных кранов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2005. – №. 5. – С. 252 – 254.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЕФЕКТА ЗУБЬЕВ ПЛАНЕТАРНОЙ ПЕРЕДАЧИ НА ДИНАМИКУ МОТОР-КОЛЕСА МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

Бушуев Д.А., канд. техн. наук, доцент,
Воронежский Д.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье приведен анализ влияния дефекта зубьев планетарной передачи на динамику мотор-колеса мобильной платформы. Приведены твердотельные модели планетарных передач с дефектом зубьев эпицикла, построенные в среде MSC Adams и интегрированные в мотор-колеса мобильной платформы. Получены и проанализированы динамические характеристики при отсутствии от одного до трех зубьев эпицикла.

Ключевые слова: дефект зубчатой передачи, планетарная передача, мотор-колесо, контактные силы, Adams.

Благодаря преимуществам планетарной передачи, таким как большое передаточное отношение, высокое отношение крутящего момента к весу и коаксиальный вал, планетарные редукторы широко используются в различных промышленных приложениях: робототехнике, авиа- и машиностроении. В мобильной платформе, разрабатываемой на кафедре технической кибернетики [1], в мотор-колесах используются пластиковые планетарные передачи, которые могут быть повреждены из-за превышения номинальной нагрузки, наличия абразивных частиц, несоосности валов и накопления усталостных напряжений [2].

Несмотря на причину, основными типами дефекта являются деформация зуба, его стачивание или полное разрушение, которое ведет к перераспределению рабочей нагрузки на поверхности.

В программе MSC.Adams была создана твердотельная модель роботизированной мобильной платформы (рис.1) с мотор-колесом, в который входит планетарный редуктор задаваемый в различных вариациях: без дефектов (рис.2.а), с дефектом одного (рис. 2.б), двух (рис. 2.в), трех (рис. 2.г) зубьев эпицикла.

Данные модели позволяют получить информацию об изменении динамических характеристик мотор-колеса, такие как изменение контактных сил между зубьями планетарных зубчатых колес и

кольцевой частью редуктора, крутящих моментов требуемых для поддержания заданной скорости.

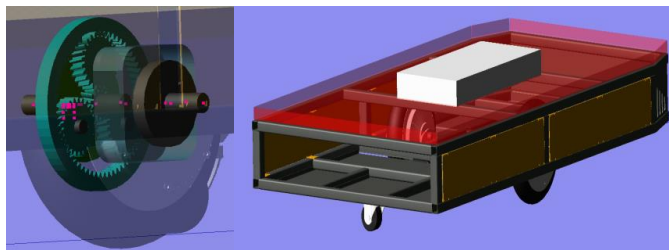


Рисунок 1 - Модель планетарного редуктора мотор-колеса роботизированной мобильной платформы

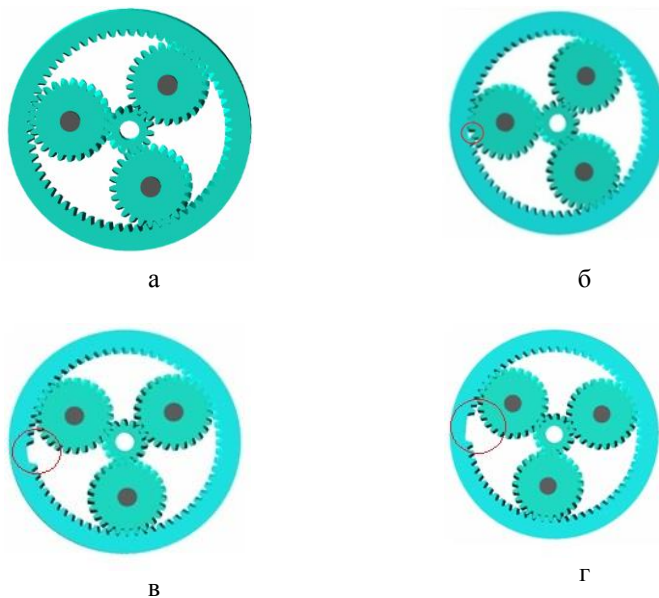


Рисунок 2 - Твёрдотельная модель планетарного редуктора: *а* – без дефекта; *б* – отсутствие одного зуба на кольцевой части, *в* – отсутствие двух зубьев на кольцевой части, *г* – отсутствие трех зубьев на кольцевой части

После построения твердотельной модели было проведено моделирование режима холостого хода, и получены графики контактных сил между планетарными зубчатыми колесами и кольцом редуктора (рис. 3).

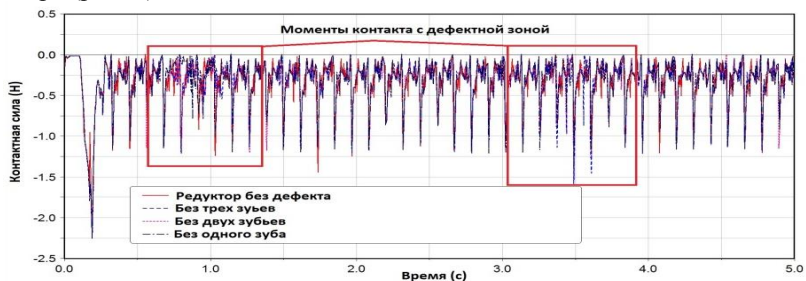


Рисунок 3 - Проекция контактных сил на ось аппликата при режиме холостого хода

В результате моделирования режима холостого хода было выявлено, что произошло увеличение контактных сил между зубьями при отсутствии двух зубьев в 1.5-2 раза, а при отсутствии трех – нагрузка увеличилась в 3-5 раз. Данный результат указывает, что на этапе проектирования и изготовления необходимо ввести корректировки характеристикам материала, таким как жесткость и износостойкость, если существует необходимость обеспечения функционирования планетарного редуктора в случаях полного стачивания или поломки зуба зубчатой передач, поскольку изменение контактных сил в большую сторону приводит к снижению его срока службы [4-5].

Для анализа влияния на динамические характеристики мотор-колеса при его установке в роботизированную мобильную платформу с планетарным редуктором без дефекта и с отсутствующими тремя зубьями на кольцевой части редуктора, поскольку это наиболее распространенный вариант и в данном случае происходит полная потеря контакта одной из планет и кольца. Результат моделирования представлен на рис.4, где приведены контактные силы всех планет и кольца планетарного редуктора.

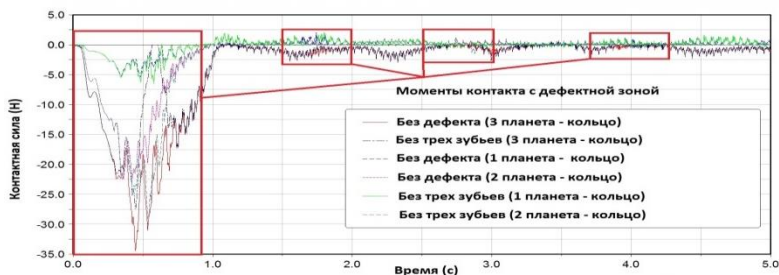


Рисунок 4 - Проекция контактных сил на ось абсцисс под нагрузкой

Полученные данные позволяют сделать выводы, что потеря контакта на одной из планет с кольцом приводит к значительному увеличению нагрузок на зубья других планет и кольца (в 1.5-2 раза), что в свою очередь приведет к продолжению разрушения редуктора и приведению его в полную негодность [6-7].

Для анализа влияния дефектов трех зубьев эпицикла планетарного механизма на динамику мотор-колеса с бесколлекторным двигателем постоянного тока и системой автоматического управления скоростью вращения [8], установленного в роботизированную мобильную платформу (см. рис. 1) было выполнено совместное моделирование динамики в средах Adams и Simulink результаты которого представлены на рис.5.

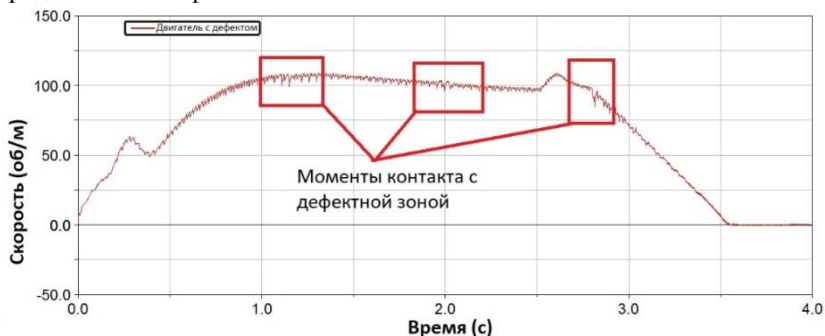


Рисунок 5 - Скорость вращения двигателя с дефектом

Приведенные результаты позволяют сделать вывод, что дефект зубьев в планетарной передаче оказывает влияние не только на контактные силы, но и на скорость вращения, что приносит в систему

дополнительное негативное возмущающее воздействие, которое приводит к отклонению от заданной траектории при движении и к снижению точности определения и контроля продольного отклонения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках проекта Госзадание №2.1396.2017/4.6.

Список литературы:

1. Бажанов А.Г. Моделирование сенсорной подсистемы автоматически управляемого транспортного средства для складских систем / А.Г. Бажанов, Д.А. Бушуев, А.С. Пикалов, С.В. Алексеевский // Сб. трудов XXXI Междун. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-31)». Т.8. Саратов: Изд-во Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А., 2018. С.30-35.
2. Классификация повреждений зубчатых передач [Электронный ресурс]. URL: <https://eam.su/klassifikaciya-povrezhdenij-zubchatyx-peredach.html> (дата обращения: 30.03.2019).
3. Скопинский В.Н., Захаров А.А. Сопrotивление материалов: учебное пособие. Часть I. М.: МГИУ. 1999. 128с.
4. Liang X., Zuo M.J., Liu L. A windowing and mapping strategy for gear tooth fault detection of a planetary gearbox, Mech. Syst. Signal Process. 80 (2016). 445–459.
5. M. Inalpolat, A. Kahraman, A theoretical and experimental investigation of modulation sidebands of planetary gear sets, J. Sound Vib. 323 (2009). 677–696.
6. Meltzer G., Ivanov Y.Y. Fault detection in gear drives with non-stationary rotational speed-part II: the time-frequency approach, Mech. Syst. Signal Process. 17 (2003) 273–283.
7. Mark W.D., Hines J.A. Stationary transducer response to planetary-gear vibration excitation with non-uniform planet loading, Mech. Syst. Signal Process. 23 (4) (2009). 1366–1381.
8. Бушуев Д.А., Рубанов В.Г., Коренева Т.Ю. Построение и исследование виртуального прототипа мотор-колеса робототехнического транспортного средства // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2018. Т.8, №2 (27). С.6-14

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Бушуев Д.А., канд. техн. наук, доцент,

Кузубов А.С., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В данной статье рассматриваются все этапы разработки весоизмерительной системы на основе тензодатчика балочного типа, включающие в себя моделирование упругого элемента, расчет относительной деформации, сборку всех компонентов, отладку и сравнение реальных показателей деформации с полученными при моделировании.

Ключевые слова: весоизмерительная система, тензодатчик, картина напряженно-деформируемого состояния (НДС).

В технологических процессах разных отраслей промышленности, сельском хозяйстве и торговле одно из главных мест занимают дозирование и взвешивание. Во многих автоматизированных производствах огромное значение приобретает учет сырья как при дозировании, так и в процессе отгрузки с помощью весоизмерительных систем. Это вызвано необходимостью соответствия продукции современным требованиям качества, ее рентабельностью, а также созданию непрерывных технологических процессов.

В настоящее время существует несколько способов определения массы того или иного объекта, но наибольшее распространение получили электронные весоизмерительные устройства, основанные на использовании тензодатчиков. Последние представляют собой измерительный преобразователь деформации упругого чувствительного элемента датчика, вызванной воздействием массы измеряемой объекта, в электрический сигнал. Как правило, такие датчики имеют в своей структуре тензорезисторы, нанесенные на упругий элемент и соединенные между собой в мостовую схему [1]. В свою очередь тензорезисторы, деформация которых соответствует деформации упругого элемента датчика, в процессе измерения массы некоторого объекта изменяют свое сопротивление, что приводит к разбалансу мостовой схемы и, как следствие, формированию электрического сигнала на его выходе.

По конструкции упругого элемента выделяют несколько видов тензодатчиков, наиболее распространенными из которых являются

одноточечные датчики, датчики балочного, торсионного и башенного типа, а также S-образные датчики [2].

При разработке лабораторной весоизмерительной системы целесообразнее остановиться на датчиках балочного типа, что позволит более наглядно и доступно отобразить основные процессы, происходящие в процессе измерений.

На первом этапе разработки в качестве чувствительного элемента датчика была выбрана консольная балка равного сопротивления. В теории она является частным случаем балок переменного сечения и имеет во всех сечениях одинаковые механические напряжения. В реальности же приходится уменьшать сечение свободного конца до минимально допустимого значения, при котором будет обеспечена прочность по отношению к касательным напряжениям. Эта необходимость приводит к тому, что балка имеет максимальные и равные механические напряжения только на определенном участке.

Для определения этого участка была создана конечно-элементная модель балки в среде MSC Patran, обладающая такими же физическими свойствами, что и рассматриваемая балка, а также при помощи решателя MSC Nastran SOL 101 в среде Patran построена картина ее напряженно-деформируемого состояния (НДС) (рис. 1). При этом имитирование наличия подвешенного объекта осуществлялось при помощи приложения статического усилия, к свободному концу балки.

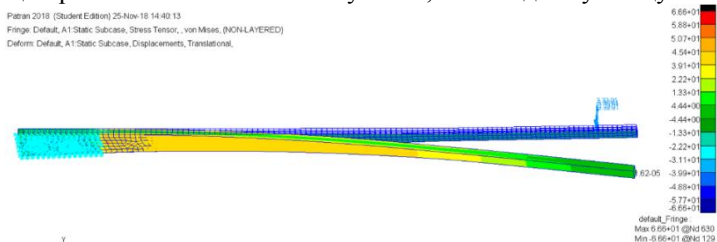


Рисунок 1 - Картина НДС исследуемой балки, полученная в среде MSC Patran с решателем MSC Nastran

Полученная картина НДС показывает, что максимальное одинаковое напряжение и деформация образуются на нижней и верхней поверхностях модели в месте до сужения.

На втором этапе разработки, проанализировав картину НДС, было выяснено, что расположение тензодатчиков будет наиболее оптимальным на верхней и нижней части балки, в зоне между закрепленной частью и до сужения. Это позволит производить измерения с высокой точностью.

Завершающим этапом создания системы измерения являлось соединение между собой тензорезисторов и их дальнейшее подключение к модулю ввода сигнала тензодатчика, например, МВ110-224.4ТД фирмы ОВЕН.

Осуществлять соединение было решено по мостовой схеме, состоящей из четырех тензорезисторов. Данное решение связано с тем, что полученный тензодатчик будет обладать большей чувствительностью, по сравнению, например, с использованием полумостовой схемы (чувствительность у нее ниже в 2 раза). Также, благодаря использованию четырех тензорезисторов, будет обеспечиваться компенсация температурной составляющей, влияющей на точность измерений.

Для дальнейшей работы с весоизмерительной системой, на данный момент состоящий из тензодатчика и модуля ввода, было выполнено подключение последнего к персональному компьютеру с заранее установленной программой «Конфигуратор М110». Осуществляется это путем использования преобразователя интерфейсов АС4, который предназначен для взаимного преобразования сигналов интерфейсов RS-485, имеющегося в наличие модуля ввода, и USB. После была произведена юстировка разработанного датчика в вышеуказанной программе, после чего появилась возможность производить измерение массы объектов, подвешенных на свободном конце балки.

После построения весоизмерительной системы необходимо выполнить сравнительный анализ значений, полученных при моделировании, с реальными показателями.

Для начала произведем расчет выходного напряжения моста:

$$U_{\text{вых}} = \left(\frac{R_2 + \Delta R}{R_2 + R_3} - \frac{R_4 + \Delta R}{R_1 + R_4} \right) \cdot U_{\text{пит}} \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}$ – напряжение на выходе мостовой схемы, $U_{\text{пит}}$ – напряжение питания моста, R_1, R_4 – сопротивления тензорезисторов, ΔR – изменение сопротивления при деформации тензорезистора.

Так как при построении мостовой схемы подразумевается использование тензодатчиков с одинаковыми характеристиками, то $R_1=R_2=R_3=R_4=R$. В таком случае выражение (1) можно представить в следующем виде:

$$U_{\text{вых}} = \frac{\Delta R}{R} \cdot U_{\text{пит}}$$

Рассмотрим исследуемую балку как идеальную консольную балку равного сопротивления. Ширина консольной балки изменяется по линейному закону:

$$b_x = \frac{b_0}{L} \cdot x,$$

где b_0 – ширина сечения балки у основания, L – длина балки, x – расстояние между концом балки и исследуемым участком балки.

Момент сопротивления балки изгибу можно представить выражением:

$$W = \frac{b_x \cdot h^2}{6} = \frac{b_x \cdot h^2}{6L} \cdot x,$$

где h – толщина балки.

Напряжение в любом сечении балки определяется как [3]:

$$\sigma = \frac{M_x}{W} = \frac{6F \cdot L}{b_0 \cdot h^2} = const,$$

где F – сила, приложенная к свободному концу балки.

Выражение для определения относительной деформации:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{6F \cdot L}{b_0 \cdot h^2 \cdot E}, \quad (2)$$

где E – модуль упругости (модуль Юнга).

Как видно из выражения (2), относительная деформация ε зависит только от значения силы F , которая изменяема. Так как сила F зависит от массы груза m , то относительная деформация ε тоже непосредственно зависит от массы груза m . Отсюда следует, что судить о точности измерения массы m можно судить по значениям относительной деформации ε .

Также относительная деформация тензорезистора может быть определена следующим образом:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{R \cdot GF}, \quad (3)$$

где GF (Gauge Factor) – коэффициент относительной тензочувствительности.

Таким образом, изменяя массу груза m в некотором диапазоне и выполняя соответствующие расчеты относительной деформации по формуле (2) для модели в среде MSC Patran, а по формуле (3) для реальной системы, можно произвести сравнительный анализ теоретической зависимости относительной деформации ε от массы

груза m , полученной при моделировании, $\epsilon_{\text{модел.}}=f(m)$ с полученной экспериментально зависимостью $\epsilon_{\text{изм.}}=f(m)$ (табл. 1).

Таблица 1 - Результаты определения относительной деформации

m , кг	R , Ом	ΔR , Ом	$\epsilon_{\text{изм.}}$, мм/м	$\epsilon_{\text{модел.}}$, мм/м	Приведенная погрешность γ , %
0	261,54	0	0	0	0
1	261,56	0,02	3,82E-05	3,17E-05	1,7
2	261,58	0,04	7,65E-05	6,33E-05	3,5
3	261,59	0,05	9,56E-05	9,52E-05	0,1
4	261,61	0,07	1,34E-04	1,26E-04	2,1
5	261,63	0,09	1,72E-04	1,59E-04	3,4
6	261,64	0,1	1,91E-04	1,86E-04	1,4
7	261,66	0,12	2,29E-04	2,28E-04	0,4
8	261,68	0,14	2,68E-04	2,56E-04	3,1
9	261,69	0,15	2,87E-04	2,85E-04	0,5
10	261,71	0,17	3,25E-04	3,17E-04	2,1

Графики теоретической и реальной зависимостей, построенные по данным из таблицы 1 представлены ниже (рис. 2).

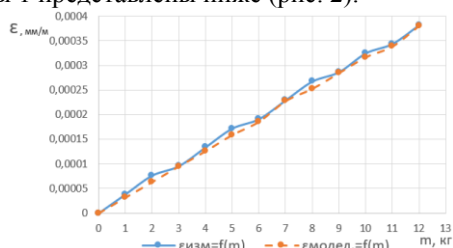


Рисунок 2 - Графики реальной и теоретической зависимостей ϵ от массы m

Как видно, графики реальной и теоретической зависимости расходятся незначительно, и максимальная приведенная погрешность составляет 3,5%, таким образом, полученная компьютерная модель достаточно точно отражает реальные процессы в лабораторной установке и в дальнейшем может быть использована в качестве ее виртуального прототипа [4].

Список литературы:

1. Туричин А.М. Электрические измерения неэлектрических величин, М. Л. 1966.
2. Виды и типы тензодатчиков [Электронный ресурс]. URL: <http://vesovoy.info/tenzodatchiki> (дата обращения: 27.02.2019).
3. Скопинский В.Н., Захаров А.А. Сопротивление материалов: учебное пособие. Часть I. М.: МГИУ. 1999. 128с.
4. Рубанов В.Г. Бушуев Д.А. Методы автоматической балансировки агрегатов с эксплуатационным дисбалансом. Белгород: Изд-во БГТУ. 2017. 150 с.

ПОСТРОЕНИЕ И ВЕРИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА В САР УРОВНЯ ЖИДКОСТИ В ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКЕ

Бушуев Д.А., канд. техн. наук, доцент,

Огурцов С.Н.,

Решетников В.О.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос вывода математической модели для резервуара с жидкостью и её проверка при помощи лабораторного стенда.

Ключевые слова: синтез математической модели, верификация, проверка экспериментальных данных, САР уровня.

Каждый специалист из отрасли автоматизации знает, что перед тем, как построить любую систему автоматического регулирования, нужно прежде всего построить её математическую модель, определить устойчивость к различным воздействиям, разработать структурную схему, и только после всего этого можно приступать к сборке системы. Следовательно, сам этап расчёта математической модели объекта и системы в целом представляет собой очень ответственное и важное занятие, так как от точности расчётов, количества упрощений и линеаризаций зависит как точность регулирования системы, так и её устойчивость в целом.

Так, например, грамотно спроектированные современные системы управления уровнем жидкости в баке пользуются большой популярностью в промышленности вследствие необходимости их использования в различных отраслях: нефтеперерабатывающая промышленность, химическая промышленность, строительная промышленность, пищевая промышленность, контроль жидкости в канализациях и сточных водах и др.

Кафедра «Технической Кибернетики» в БГТУ имени Шухова обладает лабораторным стендом для изучения системы автоматического регулирования уровня жидкости в баке, представленной на рисунке 1 [1].

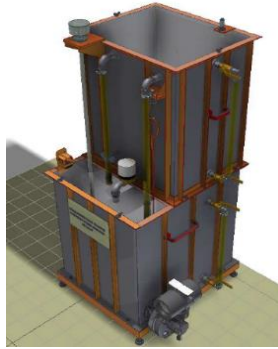


Рисунок 1 - Лабораторный стенд

Данная лабораторная установка состоит из двух баков: верхнего и нижнего, оснащённых датчиками. Верхний бак содержит в себе ультразвуковой датчик уровня, а нижний имеет оптический датчик, гидростатический датчик и поплавковый датчик. Также система оснащена вибрационным насосом «Джилекс 1505» и заслонкой, позволяющей перекачивать жидкость из верхнего бака в нижний.

Эквивалентная схема системы представлена на рисунке 2:

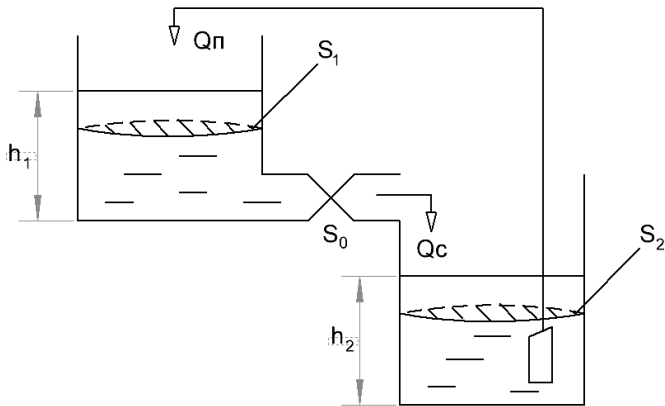


Рисунок 2 - Эквивалентная схема

Рассмотрим математическую модель объекта для верхнего бака. Схема примет вид, представленный на рисунке 3:

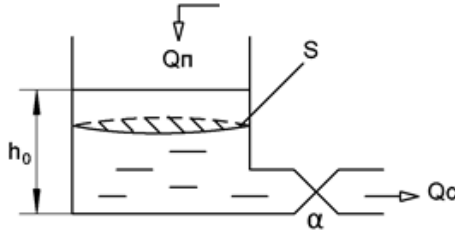


Рисунок 3 - Эквивалентная схема верхнего бака

Предположим, что в течение интервала Δt расходы Q_n и Q_c можно считать постоянными. За это время объём «пришедшей» воды равен $Q_n \cdot \Delta t$, а объём «ушедшей» $Q_c \cdot \Delta t$. Зная площадь сечения бака получим уравнение, связывающее уровень воды с расходами:

$$\Delta h = \frac{(Q_n - Q_c)}{S} \cdot \Delta t$$

Найдём связь между величиной стока и уровнем воды. Воспользуемся уравнением Бернулли:

$$\rho gh = \frac{\rho v^2}{2},$$

$$v = \sqrt{2gh}.$$

Зная, что расход воды вычисляется как:

$Q_{co} = S_0 \cdot v$, получим:

$Q_{co} = \alpha \sqrt{h}$, где $\alpha = S_0 \sqrt{2g}$ – безразмерная величина

Запишем уравнение в виде

$$\frac{\Delta h(t)}{\Delta t} = \frac{1}{S} Q_n(t) - \frac{\alpha}{S} \sqrt{h(t)}$$

Допустим, что расход увеличился на величину $Q_n = Q_{no} + \Delta Q$, тогда уровень жидкости увеличился $h = h_0 + \Delta h$. Так как это уравнение нелинейно, то необходимо разложить его в ряд Тейлора:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{df(x_0)}{dx_0} \Delta x + \frac{d^2 f(x_0)}{2 dx_0^2} \Delta^2 x + \dots$$

$$f(x) = \alpha \sqrt{h_0} \Delta h + \frac{\alpha}{2 \sqrt{h_0}} \Delta h$$

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{1}{S} (Q_{\text{по}} + \Delta Q_{\text{п}} - \alpha \sqrt{h_0} - \frac{\alpha}{2\sqrt{h_0}} \Delta h)$$

Известно, что передаточная функция резервуара с водой представляет собой всегда аperiodическое звено, так как он является статическим объектом, т. е. объектом с самовыравниванием [2], следовательно, рано или поздно всегда наступит уровень жидкости, при котором приток окажется равен стоку. Следовательно, в установившемся режиме $Q_{\text{со}} = Q_{\text{по}}$, и $Q_{\text{со}} = \alpha \sqrt{h}$, мы получим:

$$\frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{1}{S} (Q_{\text{по}} + \Delta Q_{\text{п}} - \alpha \sqrt{h_0} - \frac{\alpha}{2\sqrt{h_0}} \Delta h)$$

$$\frac{2S\sqrt{h_0}}{\alpha} \cdot \frac{dh(t)}{dt} + h(t) = \frac{2\sqrt{h_0}}{\alpha} Q_{\text{п}}(t)$$

Множитель $\frac{2S\sqrt{h_0}}{\alpha}$ обозначим как постоянную времени T .

Коэффициент усиления K будет равен $\frac{2\sqrt{h_0}}{\alpha}$. Передаточная функция системы примет вид:

$$W(s) = \frac{\frac{2\sqrt{h_0}}{\alpha}}{\frac{2S\sqrt{h_0}}{\alpha} s + 1} (s) = \frac{K}{Ts + 1}$$

Допустим, необходимо поддерживать уровень жидкости в верхнем баке на высоте 45 см. Параметры бака: 60 см – высота, 40 см – длина, 50 см – ширина. Диаметр сечения заслонки: 16 мм.

$$S = 0.2 \text{ м}^2$$

$$h_0 = 0.45 \text{ м}$$

$$g = 9.81 \text{ м/с}^2$$

$$S_0 = 0.008^2 \cdot 3,14 = 0,0002 \text{ м}^2$$

$$\alpha = S_0 \sqrt{2g} \approx 0,0002 \cdot 4,4 = 0,00089$$

Так как приток является фиксированной величиной, равной производительности насоса ($Q_{\text{п}} = 0,0003 \text{ м}^3/\text{с}$), коэффициент усиления станет равен:

$$K = \frac{2\sqrt{0,45} \cdot 0,0003}{0,00089} = 0,461$$

Постоянная времени объекта:

$$T = \frac{2\sqrt{0,45 \cdot 0,2}}{0,00089} = 301,4$$

В итоге:

$$W(s) = \frac{0,461}{301,4 s + 1}$$

Промоделируем систему в Matlab Simulink:

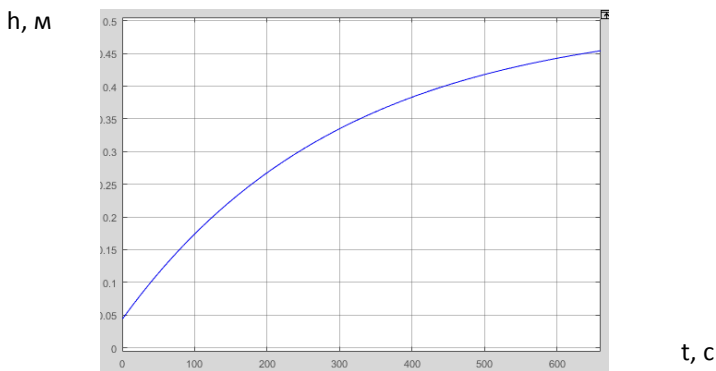


Рисунок 4 - График переходного процесса для верхнего бака

Сравним полученную модель объекта с экспериментальными данными:

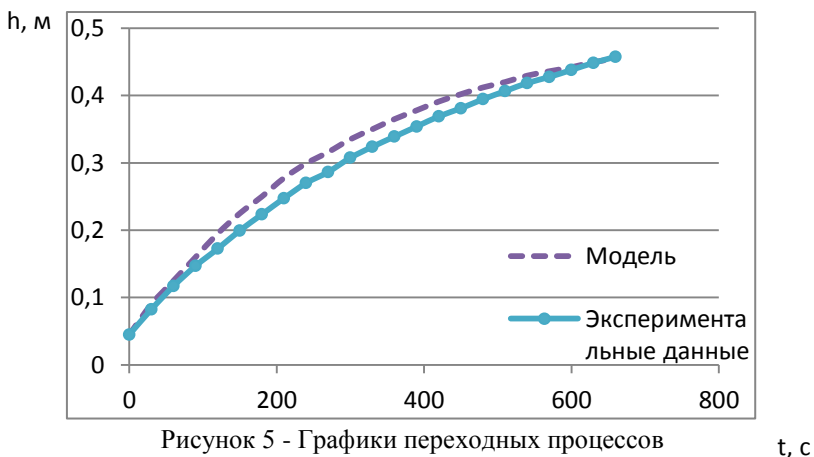


Рисунок 5 - Графики переходных процессов

В данной статье была рассмотрена математическая модель системы автоматического регулирования уровня жидкости в баке, для которой был проведён вывод модели, проведено сравнение с экспериментальными данными, а также проанализирована её актуальность и необходимость применения в различных отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Бушуев Д.А., Немыкин Е.В., Кравцов В.В. Разработка лабораторной установки для изучения системы стабилизации уровня жидкости в среде разработки LabView печатн. // Сб. трудов XXV Междун. науч. конф. «Математические методы в технике и технологиях» (ММТТ-25)». Т.5. Саратов: СГТУ. 2012. С. 164–167.
2. Магергут, В. З., Бажанов А. Г., А. С. Копылов. Регулирование основных технологических величин: лаб. практикум : учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011. С. 64.

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ АЭРОФОТОСЪЁМКИ В КОМПЛЕКСЕ С НЕЙРОСЕТЬЮ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Долженко А. В. ст. преподаватель,
Балык В., студент,
Поляков А.И., студент,
Карталов А.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. При получении качественных данных для картограммы поражённых участков как результата мониторинга могут возникнуть такие сложности как труднодоступность, высокая трудозатратность и как следствие долгосрочность и неэкономичность проведения работ. Поэтому проведена разработка проекта о применении мультиспектральной камеры и БПЛА в сельском хозяйстве с последующим применением в камеральной обработке нейронной сети свёрточного типа. Приведена статистика применения обследований с помощью мультиспектральной съёмки. Описана польза от применения нейронной сети в программном комплексе.

Ключевые слова: мультиспектральная съёмка, мониторинг растительности, вегетационный индекс, нейронная сеть.

Введение. В разных странах мира от вредителей и болезней теряется 12–15% урожая, а в некоторых случаях — до 60%. Для разработки рациональной экологически безопасной системы защитных мероприятий и предотвращения недобора урожая очень важен своевременный и качественный мониторинг сельхоз угодий. На ряду с общепринятыми методами, такими как визуальная диагностика, микроскопирование, культуральное исследование, биологический анализ, существуют инновационные методы мониторинга – применение микрофлюидных чипов, анализ молекул-биомаркеров, дистанционное зондирование. Последний метод, о котором и пойдёт речь, в отличии от вышеперечисленных, отличается высокой оперативностью и производительностью, и всё чаще используется в производственных условиях. Суть проекта в ещё большей автоматизации работ, благодаря внедрению в имеющиеся программные комплексы нейросети.[1,8,10]

Мультиспектральная съемка

Мультиспектральная съемка – съемка, в процессе которой формируются одновременно несколько изображений одной и той же территории в различных зонах спектра электромагнитного излучения. Различные комбинации этих изображений позволяют выявить процессы и явления, которые сложно или невозможно определить на снимке в видимом спектре.

Использование мультиспектральной съемки — это новый шаг в развитии сельского хозяйства. Данная технология предоставляет фермерам почти мгновенную максимально детальную информацию о том, что происходит на поле. Мультиспектральные камеры широко применяются фермерскими хозяйствами по всему миру для диагностики изменений показателей растительности с использованием видимого и ближнего инфракрасного спектра. Эти данные позволяют обнаруживать изменения растительности задолго до того, как они проявятся в видимом спектре. В комплексе с нейронной сетью, которая позволяет обрабатывать данные куда быстрее специалистов, процесс мониторинга ускорится в разы.

В мультиспектральной камере каждая линза, количество которых может достигать до 12 (Tetracam Mini-MCA12), регистрирует излучение в узкой области спектра, исключая возможный «шум», что позволяет более качественно интерпретировать данные и проводить измерения.

Дистанционная оценка состояния растительности в последние годы активно стала применяться в практике сельского хозяйства. В сравнении с наземными датчиками съемка с БПЛА предоставляет аналогичные данные о состоянии полей. Мониторинг посевов озимой пшеницы в разные фазы развития в МСХА имени К. А. Тимирязева показали, что с применением аэрофотосъемки достигается воспроизводимая картина пространственного распределения индекса NDVI, в высокой степени совпадающая с результатами наземного сканирования оптическим датчиком GreenSeeker® RT200. По результатам аэрофотосъемки за несколько минут может быть сформирован файл предписания для внесения азотных подкормок по технологии off-line с учетом неоднородности посева.

Кроме этого, были получены аналогичные результаты в университете сельского хозяйства, продовольствия и окружающей среды, г. Пиза, где были проведены опыты по сравнению спектральной отражательной способности, полученные с БПЛА и наземного датчика. По результатам исследований, между показателями, полученных пассивным и активным датчиком, совпадает на 88-97% [1,4].

Преимуществами обследования полей с помощью беспилотной аэрофотосъемки являются высокие оперативность и производительность, достоверность получаемой информации и возможность проводить оценку даже в таких условиях, когда выезд на поле затруднён, а использование совместно с мультиспектральной камерой помогает провести более подробный анализ о состоянии поля. В зависимости от типа БПЛА, за один день можно обследовать от 500 до 5000 га, с высоты от 50 до 500 м.

Анализ мультиспектральной съемки

Данные мультиспектральной съемки позволяют выявить сорную растительность на ранних этапах вегетации.

Исследования на полях кукурузы в Испании, г. Мадрид показали, что мультиспектральные снимки успешно применяются для идентификации сорняков и последующего их зонирования. [7].

Мультиспектральная съемка позволяет провести анализ условий, которые влияют на рост растительности и последующее обследование выбранных участков в поле.

Например, Robert Parker пишет так о применении карт NDVI: «В одной части поля, карта NDVI отражает здоровый зеленый участок, окруженный клочками желтого цвета. Любой агроном, взглянув на данные, может разумно предположить, что эта область содержит здоровый картофель, окруженный менее здоровыми растениями. Однако, используя карту в мобильном приложении, специалист непосредственно исследовал этот участок и нашел там бурно растущие сорняки». Кроме индексов используют различные цветные композиты, которые помогают определить причину какой-либо проблемы.

Анализ мультиспектральных данных помогает определить участки, зараженные болезнями или вредителями, и предотвратить их дальнейшее распространение. Множество исследований доказали успешность применения мультиспектральных камер в этой области. Например, в Канаде провели эксперимент по использованию БПЛА для мониторинга виноградников.

Получив снимки с пространственным разрешением 0,25-0,50 м/пиксель, они провели анализ лоз. Точность определения зараженных растений составила более 90% [2].

В июле 2014 года на испытательных полях (Швейцария) проводились опыты с использованием аэрофотосъемки. На карте NDVI первого полета (17.07.14) отчетливо видны пораженные участки. Выход агронома в поле подтвердил наличие болезни. Дальнейшее распространение можно наблюдать на результатах второго полета

(31.07.16). Кроме этого, хорошо заметны пробелы в обработке фунгицидами [8]. Кроме этого, данные аэрофотосъемки помогают оптимизировать внесение СЗР и работу техники на поле за счет комплексной оценки состояния растительности на основе композитов изображений и рассчитанных вегетационных индексов (рис.9). С помощью мультиспектральной съемки можно определить степень зрелости и, в конечном счете, рассчитать урожайность. Уже давно практикуют применение космических снимков для расчета урожайности. Исследования показали, что разница между прогнозируемыми значениями урожайности и фактическими колеблется от 7,9 до 13,5% (изображения landsat-8, разрешение 30 м) и от 3,8 до 10,2% (изображения Sentinel-2, разрешение 10 м). Снимки с БПЛА, в отличие от спутниковых изображений, имеют более высокое разрешение, соответственно имеют более меньшую погрешность по расчетам урожайности [3].

Применение нейросети в анализе мультиспектральной съёмки

Как же мы хотим применять нейросеть? Существует ряд задач распознавания, где изображение описывается как структурная модель, на элементы которой накладываются определенные связи [9].

Задача классификации эффективно решается с применением аппарата искусственных нейронных сетей [10], при этом важен выбор наиболее подходящей архитектуры сети и метода обучения.

В нашем случае следует использовать сверточную нейронную сеть, нацеленную на эффективное распознавание образов, входящую в состав технологий глубокого обучения. Она использует некоторые особенности зрительной коры, в которой были открыты так называемые простые клетки, реагирующие на прямые линии под разными углами, и сложные клетки, реакция которых связана с активацией определённого набора простых клеток

Сверточная нейронная сеть за счет применения специальной операции – собственно свертки – позволяет одновременно уменьшить количество хранимой в памяти информации, за счет чего лучше справляется с картинками более высокого разрешения, и выделить опорные признаки изображения, такие как ребра, контуры или грани. На следующем уровне обработки из этих ребер и граней можно распознать повторяемые фрагменты текстур, которые дальше могут сложиться в фрагменты изображения.

По сути, каждый слой нейронной сети использует собственное преобразование. Если на первых слоях сеть оперирует такими понятиями как “ребра”, “грани” и т. п., то дальше используются понятия “текстура”, “части объектов”. В результате такой проработки мы можем

правильно классифицировать картинку или выделить на конечном шаге искомый объект на изображении.

Внедрение нейросети в аппаратный комплекс позволит выполнить просмотр отчётов после анализа агрономом, так как после обучения нейросети, она будет способна сама оценить, какие участки поражены, опираясь на данные анализа съёмки, и вывести отчёт.

Заключение. На сегодняшний день применение БПЛА в сельском хозяйстве бурно развивается, и вопрос о совершенствовании данного метода актуален. Современное техническое обеспечение, такое как мультиспектральные камеры, делают беспилотные технологии более информативными, и значительно расширяют их спектр применения, а возможное дополнение в виде нейросети ускорит работу и исключит человеческий фактор. Изучив положительный опыт применения мультиспектральных камер, можно уверенно заявить о том, что даже несмотря на опытно-экспериментальный характер использования, данные технологии развиваются, и с течением времени им необходимо развитие, которое возможно благодаря внедрению новых программных и аппаратных продуктов.

Список литературы:

1. Железова С.В., Ананьев А. А., Вьюнов М.В., Березовский Е. В. Мониторинг посевов озимой пшеницы с применением Vegetационные индексы беспилотной аэрофотосъёмки и оптического датчика GreenSeeker RT200 // Вестник Оренбургского государственного университета. 2016. № 6. С. 56-61
2. Adam Beak Innovative approach to curb vineyard threat wins award // 2016 Режим доступа: <https://blog.bankofthewest.com/blog/2016/02/04/innovative-approach-to-curb-vineyard-threat-wins-award/>
3. Al-Gaadi KA, Hassaballa AA, Tola E, Kayad AG, Madugundu R, Alblewi B, et al. (2016) Prediction of Potato Crop Yield Using Precision Agriculture Techniques. PLoS ONE 11(9): e0162219. doi: 10.1371/journal.pone.0162219
4. Federico Martinelli, Riccardo Scalenghe, Salvatore Davino, Stefano Panno, Giuseppe Scuderi, et al. Advanced methods of plant disease detection. A review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2015, 35 (1), pp.1-25.
5. Gabriel Torres, Nitrogen recommendations // 2016
6. Визильтер Ю. В. Желтов С. Ю., Бондаренко А.В., Осоков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий. - М.: Физматкнига, 2010. - 672 с.
7. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. - 3rd ed. - Prentice Hall, 2009. - 906 p.
8. Шин Е.Р., Щекина А. Ю., Черкасов Р. А. Технология создания топопланов масштаба 1:500 по данным съёмки с квадрокоптера Phantom 4 // Вектор ГеоНаук. 2019. Т.2. №1. С. 54-59

ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОТСУТСТВИИ ФИЗИЧЕСКОЙ ДОСТУПНОСТИ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗУЯ БПЛА

Долженко А. В. ст. преподаватель,
Карталов А.В., студент,
Балык В., студент,
Поляков А.И. студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. Проблемы обследования элементов зданий и сооружений, несмотря на стремительно развивающиеся технологии нашего времени, остаются актуальной проблемой. Наш процесс с использованием БПЛА решает данную задачу. Применять его могут как обученные люди, так и не профессионалы, так как он легок в применении.

Ключевые слова: БПЛА, Leica MS50, квадрокоптера Phantom 4, подсчет объемов, Agisoft Photoscan, 3D модель, обследование кровли с воздуха, результат с меньшей погрешностью.

В современное время в геодезии используется достаточно много различного оборудования для измерений. Из них тахеометры, нивелиры, теодолиты, GPS оборудования, лазерные рулетки. Используя их можно выполнять как обыденные, так и сложные строительные, военные, космические задачи. Геодезисты со своими приборами принимали и решали сложнейшие задачи на различных объектах, как Биг Бен, Бурдж Халиф, Тадж Махал, Здание Сиднейской оперы и много других грандиознейших проектов. Но и в наше время есть те условия, те объекты, которые труднодостижимы для человека, обследование является сложной, а иногда и опасной задачей.

Работая в научной деятельности университета, в наши руки попал объект здания аквапарка. Здание находится на стадии строительства, возведен каркас, а также ведется внутренняя отделка. Здание сложной формы как в стенах, так и крыше. Форма здания изображает подобие месяца, изменяя высоту стен по всему периметру. Крыша имеет сложную купольную систему с правой стороны, слева опускаясь. Материал кровли выбран белым цветом для сочетания в архитектурном стиле.

Геодезистам была поставлена задача в подсчете объема кровельного полотна для сверки его с плановым заданием. Для этого

был выбран тахеометр Leica MS50. Данный прибор имеет функцию сканирования с точностью до одного миллиметра, создавая на выходе облако точек. В последствии эти данные можно обрабатывать в различных программах.

Приехав на объект и попробовав различные методы сканирования стало понятно, что определить объем таким образом не получится. Так как лазер прибора отражается от белой поверхности крыши, так же, благодаря сложной купольной форме, нет возможности просканировать многие углубленные участки. В следствии, этого задача заказчика выполнена не была.

Исследуя все возможные варианты получения информации было решено, что необходимо обследование кровли с воздуха. В нашем распоряжении был БПЛА квадрокоптер phantom 4 pro. Характеристика его камеры, время и дальность полета полностью подходили под наши задачи. Для получения объемной модели нужны фотографии с определенным перекрытием друг друга необходимой части здания.

Для создания 3D модели, а так же плана масштаба 1:500, необходимо выполнить следующий ряд работ:

1. Рассчитать параметры полетного задания, в которые входит высота полета БПЛА, скорость полета БПЛА, интервал фотографирования, расстояния между маршрутами.

2. Произвести съемку с БПЛА, по посчитанным параметрам полетного задания.

3. Построить ортофотоплан участка местности в программном продукте Agisoft Photoscan.

4. Создать по полученному ортофотоплану план участка местности в масштабе 1:500 в программном продукте Archicad 22.

Для успешного проведения аэросъемки, которая будет удовлетворять требованиям по точности для создания цифрового плана масштаба 1:500, будет использован БПЛА мультироторного типа DJI Phantom 4, с встроенной камерой. Для расчета параметров полетного задания, будет использован обычный калькулятор или Microsoft office Excel.

Первостепенно нужно определить основные параметры летательного аппарата и фотоаппарата. Большинство информации можно получить из паспортных данных, часть найти в сети интернет, а какие-то придется определить вручную.

Важными полетными характеристиками БПЛА являются: высота полета, скорость движения, полетное время. Среди характеристик

камеры следует отметить тип и размер матрицы, размер пикселя матрицы, фокусное расстояние.

Размер матрицы указан в пикселях 3000x4000 px, однако размер пикселя матрицы не указан в документации. Так как в камере используется матрица Sony Exmor R 1/2.3", можно узнать физический размер матрицы.

После всех расчетов, необходимых для четкого построения ортофотоплана, таблица данных выглядит следующим образом.

Таблица 1 - Вычисленные полетные данные квадрокоптера Phantom 4 pro

Параметры камеры	
Размер матрицы по оси x (px)	3000
Размер матрицы по оси y (px)	4000
Размер матрицы по оси x (мм)	4,68576
Размер матрицы по оси y (мм)	6,24768
Размер диагонали матрицы (мм)	7,8096
Диафрагменное число	2,8
Размер пикселя (мм)	0,00156192
Физическое фокусное расстояние (мм)	3,61
Угол поле зрения по оси x	65,96691849
Угол поле зрения по оси y	81,74121437
Угол поле зрения по диагонали	94,49303752
Требования к съемке	
Размер пикселя на местности (мм)	50
Максимальная высота полета (м)	70,10815748
Масштаб фотографирования	19420,54224
Навигационные параметры	
Длина квадрата (м)	91
Ширина квадрата (м)	121
Требуемое продольное перекрытие (%)	80
Требуемое поперечное перекрытие (%)	60
Продольное перекрытие (м)	72,8
Поперечное перекрытие (м)	72,8
Базис фотографирования (м)	18,2
Расстояние между маршрутами (м)	48,53
Крейсерская скорость БПЛА (км/ч)	15
Крейсерская скорость БПЛА (м/с)	4,17

Продолж. табл. 1

Выдержка (с)	0,002
Величина смаза (мм)	8,333
Интервал фотографирования (с)	4,368

Используя вычисленные данные, строим маршрут полета в программе Litchi выставляя скорость полета, высоту и интервал фотографирования. Для начала запуска необходимо просмотреть полетную территорию на наличие опасных элементов, таких как провода, деревья, антенны. В конце задания мы получим серию фотографий с определенным перекрытием друг друга. Их необходимо загрузить в программу обработки, например Pix4D. В конце мы получим облако точек, импортируемое в любое ПО проектировщика, в нашем случае это будет Leica infinity.

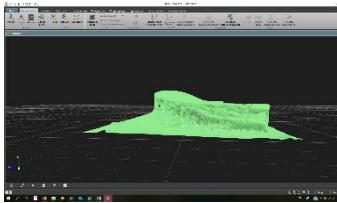


Рисунок 14 - 3D модель сооружения

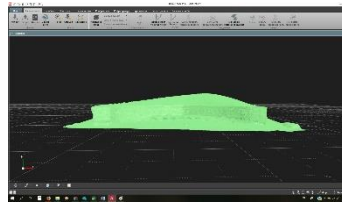


Рисунок 2 - 3D модель сооружения

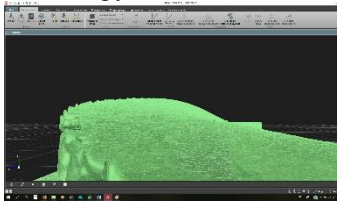


Рисунок 3 - 3D модель сооружения

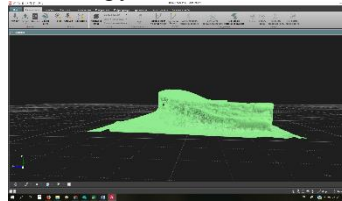


Рисунок 4 - 3D модель сооружения

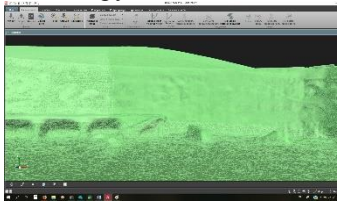


Рисунок 5 - 3D модель сооружения

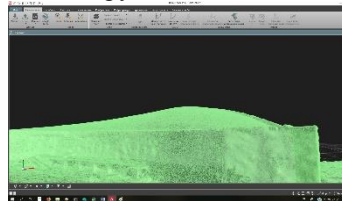


Рисунок 6 - 3D модель сооружения

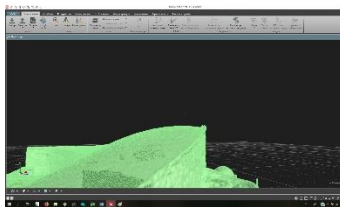


Рисунок 7 - 3D модель сооружения

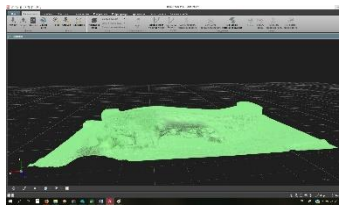


Рисунок 8 - 3D модель сооружения

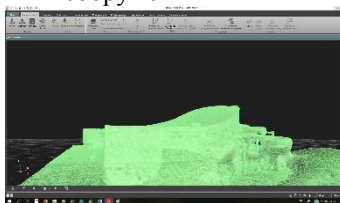


Рисунок 9 - 3D модель сооружения

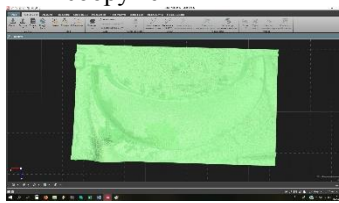


Рисунок 10 - 3D модель сооружения

При попытке просканировать крышу тахеометром LeicaMS50 мы получили достаточно нечеткий результат, так как треть поверхности была не затронута прибором по причине того, что ее не было видно. Площадь, вычисленная при помощи нашего метода используя БПЛА, дала результат с меньшей погрешностью, что полностью удовлетворила заказчика.

Используя полученную модель в ПО, мы можем выполнять ряд задач, например, подсчет объема кровли, при необходимости таким образом можно обнаруживать дефекты строения. Эта технология позволит так же получать различные данные в труднодоступных, обширных местах, например северные территории, горные, недалеко расположенные острова. Затраченное время на получение данных значительно меньше по сравнению со стандартными геодезическими приборами.

На рисунках 1-10 видно форму крыши и наглядно показано, что обследование с земли любыми приборами: тахеометрами, сканером невозможно.

Таким образом, способ, применяемый нами превосходит по времени и точности своих конкурентов. Наглядно показан результат обработки объекта.

Список литературы:

1. Авакян В.В., «Прикладная геодезия: технологии инженерно-геодезических работ». М., «Амалданик», 2012г., 330с.
2. Нефедов В.И. канд. техн. наук, доц., ИНЖЕНЕРНАЯ АЭРОГЕОДЕЗИЯ, Рецензенты: кафедра инженерной геодезии и фотограмметрии Воронежского инженерно-строительного института. ББК 26.12 Ф33, УДК 528.7 (203) (075.8)

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЕТЕКЦИИ ГУСЕНИЦ КАПУСТНОЙ БЕЛЯНКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ

Долженко А. В. ст. преподаватель,
Поляков А.И., студент,
Балык В., студент,
Карталов А.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. Статья посвящена вопросам развития технологии анализа материалов дистанционного зондирования сельскохозяйственных территорий, в частности особое внимание уделено автоматизации анализа мультиспектральных снимков. Рассмотрены вопросы о использования алгоритмов искусственного интеллекта и методов его обучения применительно к сегментации и классификации элементов полученных мультиспектральных снимков с целью детектирования вредоносного влияния гусениц капустной белянки. На основании существующих решений по применению нейронных сетей, а также современных подходов к их обучению устанавливается, что использование предложенных алгоритмов существенно снизит трудозатраты. Также ускорится процесс анализа материалов дистанционного зондирования. Перечисленные достоинства технологии искусственного интеллекта позволят сократить процент гибнущих растений белокочанной капусты от вредоносного влияния гусениц капустной белянки.

Ключевые слова: мультиспектральная съемка, дистанционное зондирование, капустная белянка, искусственный интеллект, нейронные сети, метод экстремального обучения нейронных сетей.

Несмотря на растущие темпы цифровизации экономики страны и технологизации производств, остаются отрасли, которые заметно отстают. Например, отрасль сельского хозяйства, ввиду своей специфики, долгое время оставалось в числе тех отраслей, в которых применение современных технологий было заторможено и встречалось с определенной долей скепсиса. Но по мере внедрения высоко технологичных комплексов, производство сельскохозяйственной продукции росло и это не могло остаться незамеченным со стороны как ведущих производителей, так и мелких предприятий. Так, например, по данным Федеральной службы государственной статистики, прирост

отгрузки овощей открытого и закрытого грунта за январь-март 2019 года в Белгородской области составил 146,4 % по отношению к аналогичному периоду за 2018 год.

Целью исследования является определение направления разработки автоматизированной среды определения признаков ухудшения состояния посевов культур, относящихся к семейству капустных, от воздействия гусениц бабочки капустницы.

Для осуществления обозначенной цели исследования, поставлен ряд задач, решение которых окажет существенное влияние на итоги исследования:

1. Проведение обзора литературных источников по теме исследования;
2. Изучение существующих методов мониторинга растений, относящихся к семейству капустных;
3. Оценка степени вредоносности гусениц капустной белянки;
4. Определение круга технологических решений, имеющих потенциал для решения освещаемой проблемы.

Рынок белокочанной капусты в России, по объему производимой продукции, является одним из самых обширных рынков овощей. Под посев этой культуры в 2018 году было отведено 115 тыс. гектаров. Основным поставщиком готовой продукции является Центральный федеральный округ, на его долю приходится около одной четвертой рыночного объема.

Одной из причин, оказывающих сдерживающее воздействие на темпы роста урожайности белокочанной капусты, значителен тот, что капуста в период вегетации подвергается воздействию вредителей. Одну из самых высоких активностей показывает популяция капустной белянки. Из-за благоприятных климатических условий время лёта бабочек растягивается, что дает им возможность производить заселение растений несколькими поколениями. Во втором поколении может наблюдаться заселение растений до 25,7%.

В настоящее время разработан довольно обширный спектр препаратов и методов борьбы с ними, однако методы определения их присутствия на посевах не изучены в полной мере. Этот факт дает право считать, что применение автоматизированного подхода позволит сократить численность гусениц капустной белянки путем своевременного обнаружения и принятия необходимых мер по их устранению.

Наиболее рациональным подходом к определению этого рода вредителей является использование мультиспектральной аэросъемки

[1], а в совокупности с современной технологией искусственного интеллекта по распознаванию полученных изображений, это даст мощный инструмент, применение которого будет доступно как для крупных агропромышленных комплексов, так и для мелких подсобных хозяйств.

Для мониторинга культурных посевов предлагается использовать мультиспектральные снимки, полученные с помощью мультиспектральной камеры Parrot Sequoia, установленной на беспилотном летательном аппарате (БПЛА) DJI Phantom 4 Pro, допустимо использование другого БПЛА при наличии соответствующих креплений для мультиспектрального сенсора. Мультиспектральный сенсор Parrot Sequoia (Рис.1) выполняет съемку культур в четырех однозначно определенных, видимым и невидимым спектральным полосам, а также сохраняет RGB изображения. Предложенное решение включает в себя два датчика, один из которых датчик освещенности, устанавливаемый на задней части БПЛА. Благодаря информации, передаваемой с датчика освещенности на камеру, происходит корректировка, которая нивелирует влияние разности уровня света. При выполнении обработки этих снимков в специализированном ПО, как результат мы получаем точные спектральные снимки, на которых влияние погодных условий сведено к минимуму.



Рисунок 1 - Мультиспектральный сенсор Parrot Sequoia

При облёте культур на высоте 120 метров Sequoia покажет пространственное разрешение 11 см/пиксель. Использование мультиспектральных камер количество информации, полученной при обработке снимков, значительно увеличивается, что дает выявить качественно новые зависимости [2].

Применение ручного метода дешифрирования полученных снимков занимает большое количество времени, что в определенной степени может повлиять на сохранение растений. Также высоко влияние человеческого фактора на результаты дешифрирования.

Для снижения влияния человеческого фактора и сведения времени обработки к минимуму предлагается использовать алгоритмы нейросетевого обучения при обработке мультиспектральных снимков в совокупности с RGB. Для качественной обработки снимков необходимо осуществить правильную классификацию областей снимка. При классификации снимок или область снимка может рассматриваться как сумма вычисляемых признаков, которые требуется отобразить на множество классов (образов). Существует ряд задач распознавания, где изображение описывается как структурная модель, на элементы которой накладываются определенные связи [3].

Ввиду осуществления съемки на сравнительно большой высоте, выходной снимок представляет собой текстурное изображение.

Текстуры обладают рядом свойств, благодаря которым можно заключить, что предстоит осуществлять обработку именно текстур:

1. Текстура непременно свойство области, у точки текстура не определена. Т. е. определение текстуры включает в себя значения уровней серого в окрестности.
2. Текстура воспринимается в различных уровнях разрешения и масштабах;
3. Область считается текстурной, если число элементарных объектов (примитивов) в области велико. Если их всего несколько, то они воспринимаются как группа исчисляемых объектов. [4]

Текстуру мультиспектрального снимка, как другие текстуры, можно описать двумя главными измерениями. Составляющее текстуру тоновым производным элементам и локальным признакам - первое измерение, и, связанное с пространственным расположением тоновых производных элементов, то есть с пространственным взаимодействием и взаимозависимостью производных элементов – второе измерение.

Тоновыми производными элементами называют область изображения с конкретными тоновыми признаками. Текстура является пространственным свойством, поэтому измерение её признаков ограничено некоторой областью с относительной однородностью. Такая область может быть охарактеризована площадью и формой. Это свойство текстуры позволяет получить количественную характеристику поражения гусеницей капустницы возделываемой культуры.

Применяются различные подходы к применению и описанию текстуры изображения – структурные, геометрические, статистические.

Структурные модели текстуры предполагают, что текстуры составлены из простых текстурных примитивов согласно некоторому правилу размещения. Этот класс алгоритмов, вообще, ограничен по мощности, за исключением, когда работают с очень регулярными текстурами. [4]

Для обработки полученных мультиспектральных изображений при распознавании и классификации текстур рационально использовать систему признаков, формируемую в результате расчета геометрических моментов признаков формы и бинаризованного энергетического спектра изображения.

Геометрические моменты, как классификационные признаки, имеют перечень достоинств. Признаки инвариантны к масштабу, это свойство дает проводить классификацию при разнообразных размерах используемого фрагмента, а также исходного изображения. Немало важным свойством является инвариантность к повороту фигуры. Также они инвариантны к параллельному переносу. Число признаков легко наращивается без перестройки алгоритма вычисления до достижения устойчивого распознавания. [5]

Существенных результатов в классификации текстурных изображений могут быть достигнуты с применением теории инвариантных моментов, которая основана на процессе поиска инвариантов определяемых по формуле

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad (1)$$

где p и q — позиционная разница в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Так в 2009 году были найдены Blur-инварианты, которые не чувствительны к расстройству фокуса камеры, атмосферным явлениям, интерполяции изображения, вибрации используемого сенсора и движению объекта. Эти свойства делают вычисленный инвариант

оптимальным при использовании в классификации снимков сельскохозяйственных посевов.

В качестве классифицирующего инструмента в проведении дешифрирования предлагается применять трехслойную нейронную сеть с одним скрытым слоем (SLFN), обучаемую с применением метода экстремального обучения.

Метод экстремального обучения (ELM) дает возможность без итерационной процедуры обучить трехслойную нейронную сеть [7].

Рассматриваемый классификатор, обученный по методу экстремального обучения обеспечивает подходящее качество разбиения областей снимка на классы и высокое быстродействие, что делает его применение перспективным в составе комплекса автоматизированного распознавания гусениц бабочки капустницы, как дополнительное преимущество можно рассматривать возможность работы в режиме реального времени. Это достоинство позволит оперативнее обрабатывать результаты мультиспектральной съемки и принимать меры по уничтожению вредителей.

Таким образом применение беспилотного летательного аппарата оснащенного мультиспектральным сенсором в совокупности со специализированным программным обеспечением на основе классификатора – трехслойной нейронной сети с одним скрытым слоем позволяет в полной мере автоматизировать обследование выращиваемого урожая белокочанной капусты, с целью определения степени её поражения гусеницей капустной белянки. Предлагаемое исследование определяет направление разработки автоматизированной среды определения признаков ухудшения состояния посевов культур, относящихся к семейству капустных, от воздействия гусениц бабочки капустницы.

Список литературы:

1. А. П. Богданов, Р. А. Алешко Разработка методики мониторинга состояния лесов на основе использования данных мультиспектральной космосъемки // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2017 г. Том XXVIII № 1. С. 98-110.
2. Курченко Н. Ю. Разработка программного обеспечения для обработки снимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов / Н. Ю. Курченко, Я. А. Ильченко, Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 60 с.
3. Визильтер Ю.В. Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Осоков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного

- зрения: Курс лекций и практических занятий. - М.: Физматкнига, 2010. - 672 с.
4. С.Г. Антошук, Н.А. Сербина Система распознавания текстурных изображений при экологическом мониторинге // Искусственный интеллект. 2002 г. №4. С. 406-413.
 5. Анисимов Б.В., Курганов В.Д., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Высш. шк., 1983.
 6. J. Flusser, T. Suk, B. Zitova. Moments and moment invariants in pattern recognition. NY.: John Wiley & Sons Ltd, 2009.
 7. G.-B. Huang, et al., Extreme learning machine: Theory and applications. Neurocomputing, vol. 70, pp. 489-501, 2006.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАКЕТОМ СКЛАДСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ С ПОРТАЛЬНЫМИ МАНИПУЛЯТОРАМИ, ОСНОВАННОЙ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОМ УПРАВЛЕНИИ

**Кариков Е.Б., ст. преподаватель,
Кузнецов Д.С., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос разработки автоматизированной системы управления макетом складского помещения с порталными манипуляторами основанной на микроконтроллерном управлении.

Ключевые слова: макет складского помещения, микроконтроллерное управление.

Задача повышения эффективности производственных процессов сегодня актуальна для любой компании и, чтобы добиться максимальной отдачи от своей деятельности следует оптимизировать каждый ее этап. Складское хранение товаров либо собственного производства, либо предоставление услуг склада для хранения товаров различного типа с их последующей комплектацией – достаточно сложный технологический процесс, который необходимо и возможно оптимизировать.

Конечно, при необходимости расширения складских площадей можно пойти по наиболее простому пути: построить или арендовать новый склад, однако такое решение часто является самым невыгодным и гораздо разумнее рассмотреть варианты оптимизации и модернизации существующих складских помещения. Безусловно, такая модернизация также может потребовать вложения достаточно значительных средств, вплоть до замены погрузчиков и штабелеров, однако она позволит в большинстве случаев и значительно повысить эффективность работы склада, сократить время погрузочно–разгрузочных работ и ускорить процесс сбора груза [1].

Структура и особенности решений созданной автоматизированной системы управления макетом складского помещения с порталными манипуляторами, основанной на микроконтроллерном управлении.

В состав данного автоматизированного макета входят:

1) кран–штабелер, перемещающийся по направляющей. Он состоит из зубчатой рейки с грузоподъемной платформой, на которой смонтирован поворотный механизм для захвата паллет;

2) кран–балка со специализированным захватом для разборки паллет.

По команде от системы управления на загрузку склада кран–штабелер захватывает паллету и транспортирует ее из зоны формирования паллет в зону хранения, на определенную ячейку и ярус стеллажа.

При поступлении команды на разгрузку склада кран–штабелер забирает необходимую паллету из ячейки стеллажа, адрес которой задается системой управления, транспортирует в зону перегрузки и оставляет ее там. После того, как кран–штабелер уйдет из зоны перегрузки, кран–балка начнет разбор паллеты.

Система управления состоит из персонального компьютера (ПК) и микроконтроллера. Верхний уровень – ПК, его задачи:

- хранение информации о наполняемости склада;
- управление состоянием склада (работа на загрузку/отгрузку);
- выдача управляющих команд на микроконтроллер;
- сбор информации о состоянии того или иного исполнительного механизма.

Нижний уровень – микроконтроллер, его задачи:

- управление двигателями;
- обработка управляющих команд, приходящих с верхнего уровня;

- обработка данных с датчиков;
- обмен данными с ПК.

Управляющая команда формирует задание, которое передается с компьютера на микроконтроллер. В задании содержится информация о манипуляторе, которому требуется выполнить работу по транспортировке условного груза, координаты нахождения данного груза и координаты куда его следует переместить. Микроконтроллер выполняет задание, отправляя управляющие сигналы к подключенным устройствам (датчики расстояния, драйверы двигателя).

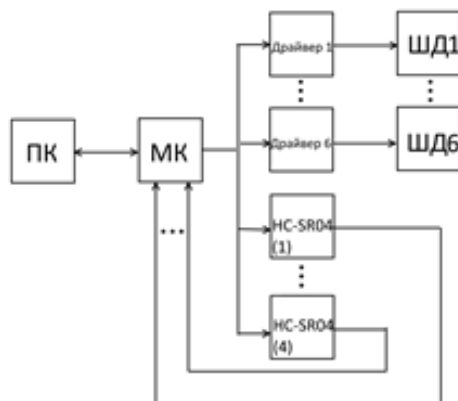


Рисунок 1 - Схема разработанной САУ. ШД – шаговый двигатель, НС–SR04 – ультразвуковой датчик расстояния

Рассмотрим элементы системы управления.

Шаговый двигатель. Шаговый двигатель это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора [2].

Главное преимущество шаговых приводов – точность. При подаче потенциалов на обмотки шаговый двигатель повернётся строго на определённый угол.

Для работы шагового двигателя можно выбрать один из трех режимов работы:

- Полношаговый режим – ротор поворачивается на 1 шаг за 1 такт.
- Полушаговый режим – ротор поворачивается на $\frac{1}{2}$ шага за 1 такт.
- Микрошаговый режим – ротор поворачивается на $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$ и т.д. шагов за 1 такт.

Микроконтроллер. Для реализации системы управления был выбран микроконтроллер STM32F103VET6, лежащий в основе отладочной платы CZ miniSTM32F103V_–ЕК.

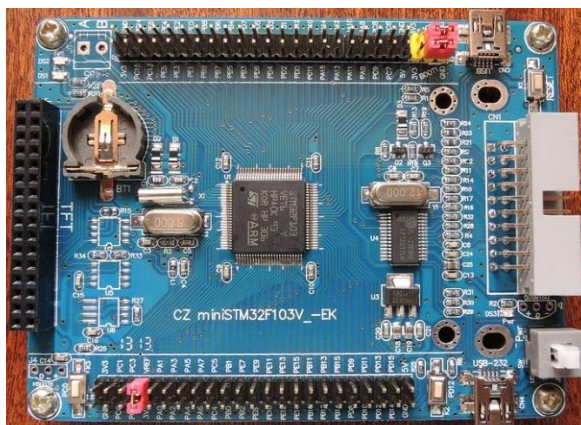


Рисунок 2 - Отладочная плата CZ miniSTM32F103V_EK

Данный МК основан на 32-битном процессоре CortexM3, который способен работать на частоте 72МГц. Имеется высокоскоростная память (Flash-память 512Кбайт и SRAM-память 64Кбайт, а также широкий диапазон усовершенствованных входов/выходов и периферийных устройств. STM32F103VET6 содержит три 12-разрядных АЦП, четыре 16-разрядных таймера общего назначения и два таймера PWM, а также интерфейсы связи: два I2C, три SPI, 2 I2S, пять USART [3].

Драйвер шагового двигателя. Для управления шаговыми двигателями используются драйверы. Подавая управляющие сигналы с МК на драйвер, подается напряжение на соответствующие обмотки двигателя. Изменяя частоту-изменяется скорость вращения ротора двигателя. В зависимости от подачи сигнала изменяется режим работы ШД.

Ультразвуковые датчики расстояния очень востребованы в робототехнических проектах из-за своей относительной простоты, достаточной точности и доступности. Они могут быть использованы как приборы, помогающие объезжать препятствия, получать размеры предметов, моделировать карту помещения и сигнализировать о приближении или удалении объектов. Одним из распространенных вариантов такого устройства является датчик расстояния, в конструкцию которого входит ультразвуковой дальномер HC SR04 [4].



Рисунок 3 - Ультразвуковые датчики расстояния HC SR04

С компьютера на микроконтроллер поступает задание, имеющее следующую структуру: <ID манипулятора><координаты 1-го положения><координаты 2-го положения>. Соответствующие координаты (X и Y) контроллер помещает в заранее созданные очереди (массивы данных). После окончания приема задачи, контроллер обрабатывает полученные данные, вычисляя направление и количество шагов до достижения требуемой координаты. Использование ОСПВ позволяет параллельно выполнять задание для обоих манипуляторов, что безусловно является еще одним преимуществом ее использования [5]. Во время выполнения задачи, МК пересылает координаты текущего положения манипулятора на ПК. Также немаловажно будет отметить использование ультразвуковых датчиков расстояния. Так как в приводе манипуляторов используются шаговые двигатели, одним из недостатков которых является возможность проскальзывания ротора, то для контроля положения манипулятора требуется обратная связь, в качестве которой выступает датчик расстояния. После выполнения всех полученных заданий система переводится в состояние ожидания нового задания, а сам МК запускает режим экономии (используется для экономии энергии, в случае, когда контроллер питается от батарейки).

Разработанная автоматизированная система управления макетом складского помещения с порталными манипуляторами, основанная на микроконтроллерном управлении позволяет осуществить транспортно-складские операции и моделировать работу в различных условиях. Причем благодаря использованию шаговых двигателей совместно с датчиками расстояния, позволяет обеспечить точное позиционирование. МК позволяет работать с множеством операций одновременно (опрос датчиков, выдачу управляющих сигналов на двигатели, обмен информацией с ПК и т.п.). Использование двух порталных

манипуляторов позволяет увеличить скорость выполнения складских работ. Система может быть модернизирована – например, изменение исполнительных устройств манипулятора на вакуумные.

Список литературы:

1. Автоматизация транспортно–складских работ [электронный ресурс] URL: <http://www.automates.ru/storage/> (дата обращения 28.03.2019).
2. Емельянов А.В., Шилин А.Н. Шаговые двигатели: учеб. пособие. М.: РПК «Политехник»; Волгоград, 2005. 48 с.
3. Руководство по использованию микроконтроллера на базе ARM STM32: 2–е издание (v1.8) / Тревор Мартин. Hitex, 2009. 96 с.
4. Амперика [электронный ресурс] URL: hc-sr04-ultrasonic-sensor-distance-module (дата обращения 28.03.2019).
5. Курниц А. FreeRTOS – операционная система для микроконтроллеров // Компоненты и технологии. 2011.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ФОНЕМ НА ОСНОВЕ МЕЛ-КЕПСТРАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

**Кариков Е.Б., ст. преподаватель,
Родионов А.Ю.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается возможность выделения из звукового сигнала мел-кепстральных коэффициентов и их применение для распознавания фонем. Рассматривается применение алгоритма Random Forest для классификации фонем. Рассматривается возможность распознавания фонем в реальном времени.

Ключевые слова: кепстральные коэффициенты, распознавание речи, случайный лес.

На сегодняшний день актуальность задачи выделения кепстральных коэффициентов и классификации фонем растёт вместе с актуальностью задачи распознавания голосовых команд. В данный момент распознавание голосовых команд присутствует в телефонах [1], машинах [2], системах «умный дом» [3]. И область применения этого способа ввода информации продолжает увеличиваться. Именно его преимущества – высокая скорость ввода информации и простота для пользователя – позволяют этому методу ввода с каждым днём расширять область своего применения.

Задачей данной работы являлась разработка приложения, которое осуществляет запись звуков, выделяет из них мел-кепстральные коэффициенты и осуществляет по ним распознавание произнесённых фонем.

Для решения поставленной задачи был выбран язык программирования Python 3 в силу наличия в нём большого количества инструментов для анализа данных. При анализе кепстральных коэффициентов использовались библиотеки pandas, numpy, sklearn. Для работы со звуковым сигналом использовались библиотеки pyaudio, struct, wave.

Для того, чтобы распознать фонему, необходимо для начала определить звуковую единицу, из которой будут выделяться кепстральные коэффициенты, по которым и будет проводиться распознавание. Такой звуковой единицей является фрейм. Причём фреймы идут не друг за другом, а наслаиваясь друг на друга.

Рассмотрим теперь алгоритм получения мел-кепстральных коэффициентов [4].

Мел-частотное представление, показывает значимость различных частот звука для человеческого восприятия. Мел-шкала вычисляется по следующим формулам:

Прямое преобразование:

$$M = 1127 \log \left(1 + \frac{F}{700} \right);$$

Обратное преобразование:

$$F = 700(e^{M/1127} - 1).$$

Для начала произведём преобразование Фурье над полученным фреймом:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-\frac{2\pi i}{N} kn}, 0 \leq k < N$$

Обработаем сигнал с помощью окна Хэмминга

$$H[k] = 0.54 - 0.46 \cos \left(\frac{2\pi k}{N-1} \right),$$

$$X^*[k] = X[k]H[k], 0 \leq k < N.$$

Далее используем оконную функцию, чтобы рассчитать гребёнку фильтров:

$$H(m) = \begin{cases} 0 & \text{if } k < f[m-1]; \\ \frac{k - f[m-1]}{f[m] - f[m-1]} & \text{if } f[m-1] \leq k < f[m]; \\ \frac{f[m+1] - k}{f[m+1] - f[m]} & \text{if } f[m] \leq k \leq f[m+1]; \\ 0 & \text{if } k > f[m+1], \end{cases}$$

где $f(m)$ равно

$$f(m) = \left(\frac{N}{F} \right) B^{-1} \left(B(f_1) + m \frac{B(f_h) - B(f_1)}{M+1} \right), 0 \leq n < N,$$

где $B(b)$ – частоты, представленные в мел-шкале

$$B^{-1}(b) = 700 \left(\exp \left(\frac{b}{1125} \right) - 1 \right).$$

Рассчитаем гребёнку мел-фильтров, чтобы в дальнейшем представить спектр в формате мел-шкалы. Будем использовать десять мел-фильтров. Тогда, учитывая то, что диапазон частот при восприятии речи человеком составляет от 300 Гц до 8000 Гц, на мел-шкале этот диапазон преобразуется в диапазон от 401.25 до 2834.99. Построим для

данного диапазона 12 опорных точек для построения десяти треугольных мел-фильтров.

$$m[i] = \left[\begin{array}{l} 401.25; 622.50; 843.75; 1065; 1286.25; 1507.5; \\ 1728.74; 1949.99; 2171.24; 2392.49; 2613.74; 2834.99 \end{array} \right],$$

$$h[i] = \left[\begin{array}{l} 300; 517.33; 781.90; 1103.97; 1496.04; 1973.32; \\ 2554.33; 3261.62; 4122.63; 5170.76; 6446.70; 8000 \end{array} \right],$$

$$f[i] = \text{floor} \left(\frac{(\text{frameSize} + 1)h[i]}{\text{sampeRate}} \right).$$

Энергия окон равна

$$S[m] = \ln \left(\sum_{k=0}^{M-1} |X^*[k]|^2 H(m)[k] \right), 0 \leq m < M,$$

и, наконец, получим мел-кепстральные коэффициенты

$$c[n] = \sum_{m=0}^{M-1} S[m] \cos \left(\frac{\pi n(m + 1/2)}{M} \right), 0 \leq n < M.$$

После получения мел-кепстральных коэффициентов можно проводить классификацию фонем. Осуществлять классификацию будем с помощью алгоритма Случайный Лес (англ. Random Forest) [5].

Рассмотрим для начала дерево принятия решений. Пусть дана обучающая выборка, состоящая из матрицы X размерности $n \times m$ и вектора y длиной n . В матрице X строки указывают на номер эксперимента, а столбцы – на измеряемый признак. Вектор y содержит результаты эксперимента. Рассчитаем информационную энтропию вектора y .

$$E = - \sum_{i=1}^c p_i \log(p_i),$$

где c – количество классов, p_i – вероятность того, что данный образец принадлежит i -ому классу.

Будем брать текущее значение $x_{i,j}$ и проходить по всем строкам матрицы X . Если значение элемента строки в j -ом столбце меньше элемента $x_{i,j}$, то добавим соответствующий этой строке элемент вектора y в вектор y_1 , иначе добавим его в y_2 . Теперь найдём энтропии векторов y_1 и y_2 , а также посчитаем информационный прирост.

$$IG = E - (E_1 + E_2).$$

Проделаем вышеописанные действия для всех элементов матрицы X и определим, при каких значениях i и j получается максимальный прирост информации. Сделаем узел дерева, содержащий j -ый признак и

значение, с которым необходимо сравнивать образцы для максимального прироста информации.

Рекурсивно проделывая данную процедуру, мы получим древовидную структуру, в узлах которой указано, по какому признаку на данном этапе производить проверку образца и с каким значением осуществлять сравнение.

Случайный лес представляет собой множество решающих деревьев, обученных на bootstrap-выборках с повторениями. Итоговый результат получается методом голосования. К какому классу текущий образец причислило наибольшее количество деревьев, тот класс и возвращается в качестве ответа.

По описанной выше методике было разработано приложение в среде PyCharm. Также была составлена выборка из наборов мелкепестральных коэффициентов и соответствующих им фонем. Использовались фонемы [о], [ф'] и [п]. Использовались 1178 образцов фонемы [о], 1162 образца фонемы [ф'] и 1134 образца фонемы [п]. Данная выборка была разделена на тренировочную и тестовую. После обучения алгоритма на тренировочных данных, проверка на тестовой выборке показала точность распознавания 83.14%.

Список литературы:

1. Schuster, M. (2010). Speech Recognition for Mobile Devices at Google. Lecture Notes in Computer Science, 8–10.
2. Lockwood, P., Boudy, J., & Blanchet, M. (1992). Non-linear spectral subtraction (NSS) and hidden Markov models for robust speech recognition in car noise environments.
3. Fleury, A., Noury, N., Vacher, M., Glasson, H., & Seri, J.-F. (2008). Sound and speech detection and classification in a Health Smart Home. 2008 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
4. Molau, S., Pitz, M., Schluter, R., & Ney, H. (n.d.). Computing Mel-frequency cepstral coefficients on the power spectrum. 2001 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. Proceedings (Cat. No.01CH37221).
5. Pal, M. (2005). Random forest classifier for remote sensing classification. International Journal of Remote Sensing, 26(1), 217–222.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ПРИВОДА МОТОР-КОЛЕСА РОБОТИЗИРОВАННОЙ ТЕЛЕЖКИ

**Кариков Е.Б., ст. преподаватель,
Рухубовский А.В.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Проведено моделирование в Matlab/Simulink работы привода мотор-колеса, в качестве исполнительного элемента взят бесколлекторный двигатель постоянного тока, показана структура имитационной модели, описаны принципы функционирования.

Ключевые слова: привод, БДПТ, моделирование.

Привод является основным структурным элементом любой технологической машины, его основная задача – приведение в движение исполнительных органов рабочей машины и управление этим движением в целях осуществления технологического процесса. Составными частями системы будут являться: БДПТ с обратной связью в виде датчиков Холла, ШИМ, мостовая схема на транзисторных ключах. Общая схема виртуальной модели привода БДПТ [2] представлена на рисунке 1.

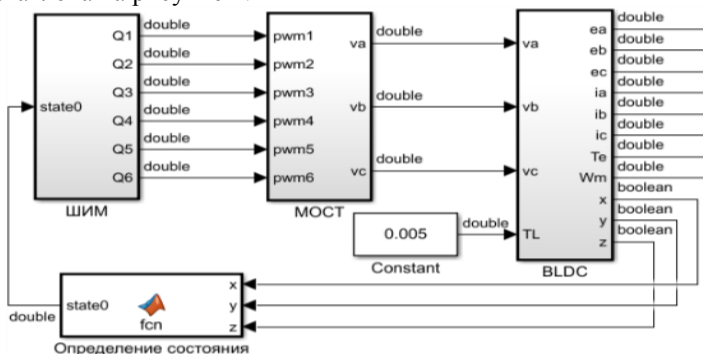


Рисунок 1 - Модель привода БДПТ

Фазные напряжения и токи в обмотках двигателя связаны уравнением $u = e + (L - M) \frac{di}{dt} + Ri$ [3,4,5], где u – фазное напряжение, e – обратный ЭДС, L – самоиндуктивность, M – взаимная индуктивность, i – фазный ток, R – сопротивление обмоток. Динамическая модель двигателя состоит из механической и электрической частей $T_e = \sum_k k_t i_k f_k(\theta_r)$, механическое движение

двигателя $T_e - T_L = J \frac{d\omega_m}{dt} + B\omega_m$, скорость и положение ротора имеют следующие соотношения: $\frac{d\theta_r}{dt} = \frac{p}{2}\omega_m$, где T_e – электрический крутящий момент, T_L – крутящий момент нагрузки, ω_m – скорость вращения ротора, J – момент инерции ротора, B – коэффициент трения, k_t – постоянная момента, p – количество полюсов, θ_r – электрический угол. Объединяя уравнения, получим: $I = \frac{1}{L_s s + R}$ [$v_n - e$], где $L_s = L - M$, применяя преобразования Лапласа $T_e - T_L = (Js + B)\omega_m$. Скорость двигателя $\omega_m = \frac{1}{Js + B}(T_e + T_L)$. На рисунке 2 представлен фрагмент модели БДПТ, осуществляющий преобразование входных напряжений в скорость вращения и момент на валу двигателя. Блок «Обратная ЭДС» (рис. 3) осуществляет расчет обратной ЭДС в зависимости от скорости вращения и положения вала двигателя.

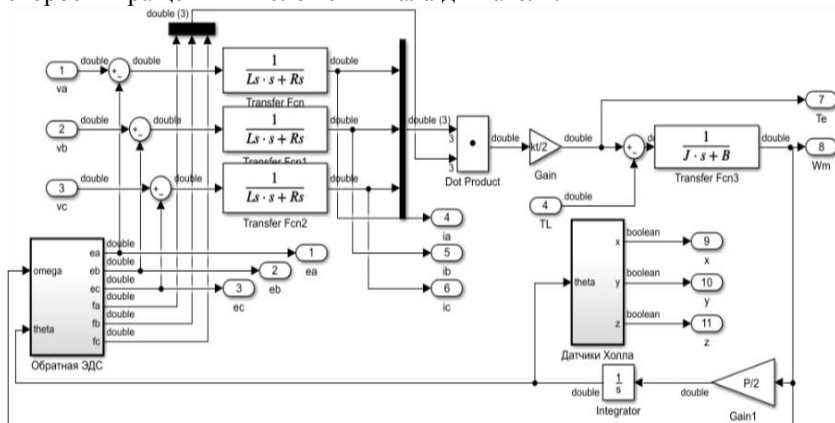


Рисунок 2 - Модель БДПТ

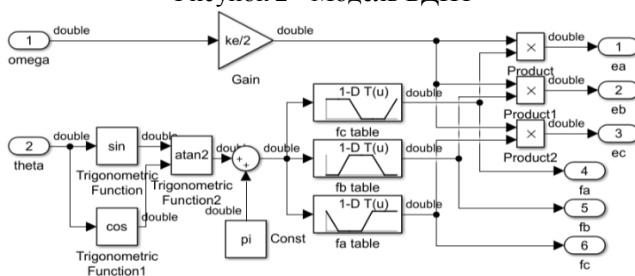


Рисунок 3 - Блок моделирования обратной ЭДС (back-EMF)

Для вращения БДПТ важно знать положение ротора, чтобы производить правильную последовательность подачи питания. Это может быть достигнуто с помощью датчиков Холла, размещенных на статоре БДПТ через каждые 120° . На рисунке 4 представлен фрагмент модели БДПТ, моделирующий работу датчиков Холла.

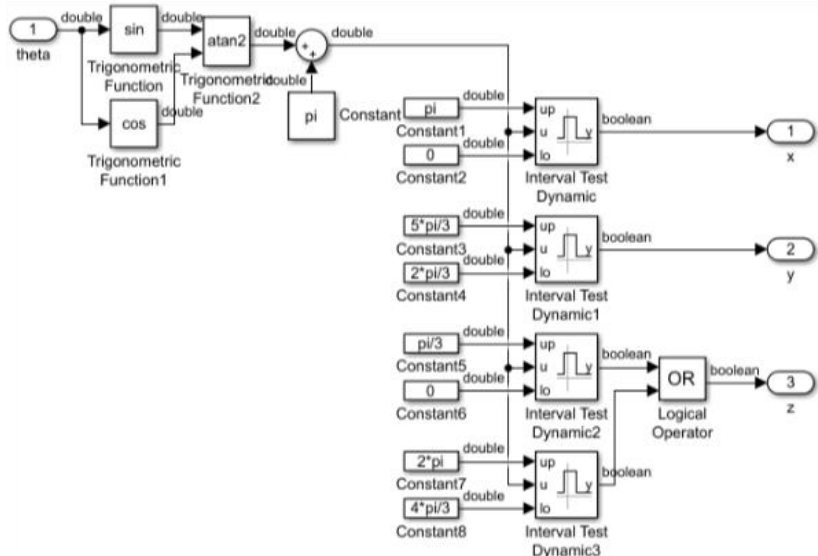


Рисунок 4 - Блок моделирования датчиков Холла

Блок «Определение состояния» представляя собой S-функцию в Matlab интерпретирует входящий сигнал с датчиков Холла в одно из шести состояний. На выходе получаем ступенчатый сигнал (рис. 5).

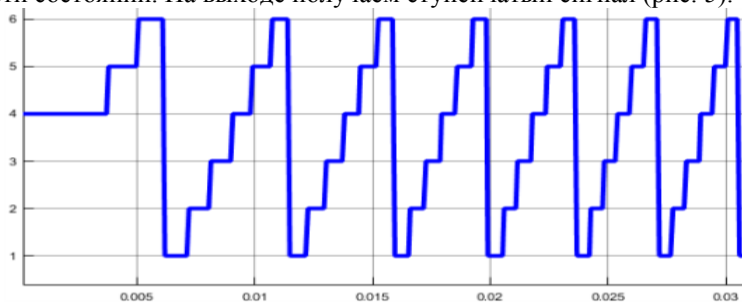


Рисунок 5 - Переключения состояния

Инвертор, в свою очередь, моделирует подачу питания в разные моменты времени на обмотки двигателя. Управление питанием обмоток

двигателя осуществляется с помощью 6 транзисторных ключей, включенных по мостовой схеме (рис. 6).

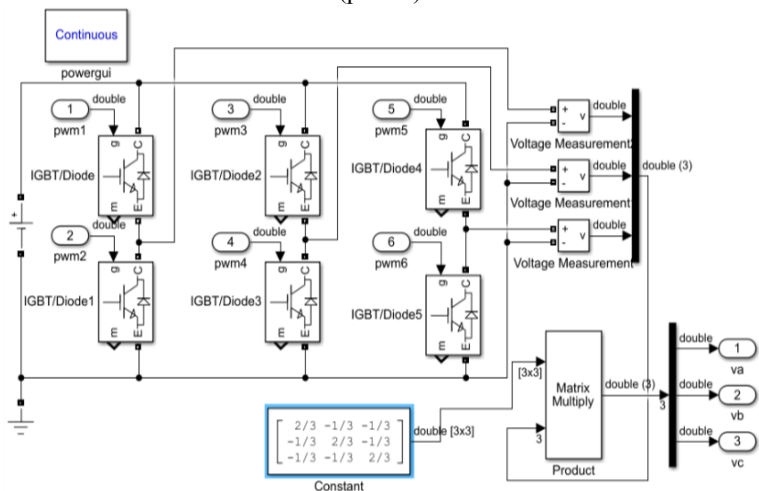


Рисунок 6 - Модель трехфазного инвертора

Для управления вращением двигателя необходимо переключать ключи, что реализовано в блоке «ШИМ» на рисунке 7 [1]. В ШИМ для переключения используется ступенчатый сигнал с блока «Определения состояния». Направление движения регулируется входом dir – если «1» то по часовой, «-1» против часовой.

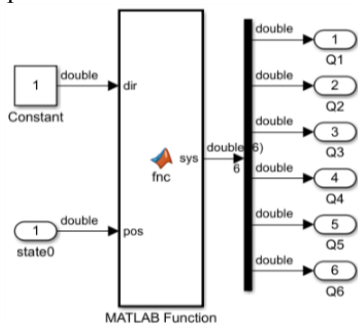


Рисунок 7 - Блок моделирования ШИМ

Полученные результаты моделирования скорости (рис. 8) и крутящего момента (рис. 9) показывают, что предлагаемая имитационная модель отражает особенности работы бесколлекторных

двигателей постоянного тока, и может применяться при решении задач синтеза систем управления БДПТ и анализом их работы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках проекта Госзадание №2.1396.2017/4.6

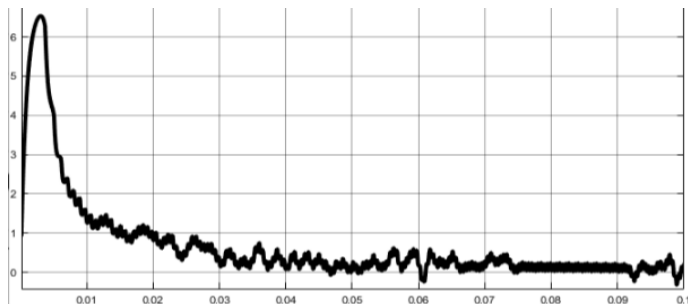


Рисунок 8 - Крутящий момент

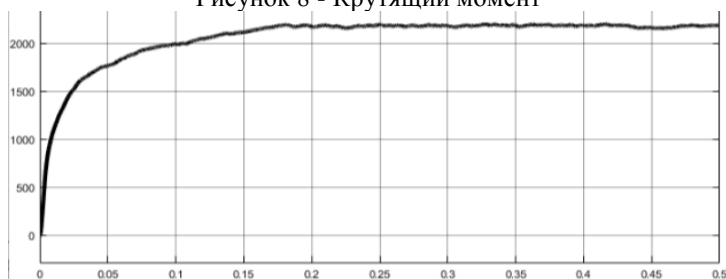


Рисунок 9 - Скорость, об/мин

Список литературы:

1. BLDC Motor Modelling and Control – A Matlab/Simulink // P.10, P.34, P.35, P.40.
2. Chung-Shi Tseng // Model Construction and Verification of a BLDC Motor Using MATLAB/SIMULINK and FPGA Control. P.1798-1800.
3. Mrs.G. Kusuma // Simulation of Brushless DC Motor using Direct Torque Control. P.1565.
4. Arman Jaya, Purwanto Era // Design and Simulation of Sensorless BLDC Motor Drive Using Flux Linkage Increment Based on the Line-to-Line VEMF for Electric Vehicles// P.164
5. Кисельков А.Н. Исследование динамики автоматической системы стабилизации курса транспортной робототележки // Машиноведение. 1988. №2. С.42-47.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА «KAWASAKI RS080N» В СРЕДЕ MSC.ADAMS*

Кижук А.С., канд. техн. наук, доцент,

Глушенко А.С., студент,

Гольцов Ю.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассматриваются вопросы моделирования динамики промышленного робота-манипулятора «Kawasaki RS080N» в среде MSC. Adams. Получена кинематическая схема манипулятора и реализована визуальная модель робота, позволяющая исследовать различные механические и динамические характеристики, имитируя реальные условия работы.

Ключевые слова: робот, манипулятор, MSC. Adams, динамика, моделирование.

В настоящее время робототехнические системы широко используются в современной промышленности, занимая ведущие отраслевые направления. На производственных предприятиях используются множество различных типов роботов, но большую часть из них составляют роботы-манипуляторы. Существует несколько мировых производителей роботов-манипуляторов. Один из них — это фирма «Kawasaki», имеющая широкий модельный ряд роботов-манипуляторов с различным функционалом.

Важной задачей проектирования является моделирование рабочих режимов роботизированных устройств, в частности динамики роботов-манипуляторов. Существует ряд специальных программ, которые позволяют с высокой точностью выполнить моделирование робототехнических устройств [1]. Одной из таких программ является среда MSC. Adams, позволяющая создавать визуальные динамические модели и производить с ними различные исследования [2]. Среда MSC. Adams имеет возможность обмена данными с математическими пакетами, например, Matlab. Создание таких моделей, их интеграция и исследование позволяют оценить работу устройств в различных эксплуатационных условиях и избежать появления нештатных ситуаций на реальном объекте [3].

Для задач моделирования был выбран универсальный робот «Kawasaki RS080N». По грузоподъемности он относится к средним (до 80 кг), имеет 6 степеней свободы и способен выполнять большой спектр

работ с высокой точностью [4]. Компоновочные чертежи манипулятора представлены на рис. 1.

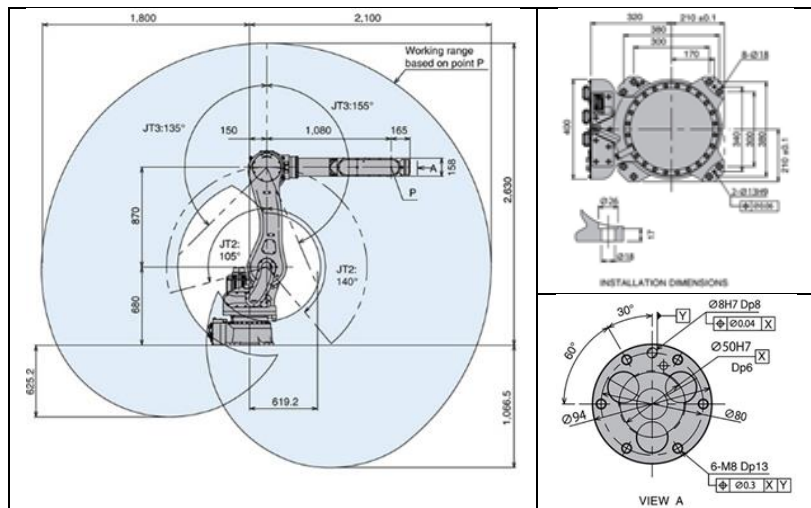


Рисунок 1 - Компоновочные чертежи общего вида, основания и рабочего органа робота-манипулятора «Kawasaki RS080»

Для целей исследования динамики получена кинематическая схема робота-манипулятора (рис. 2) [5]. В ходе решения задач кинематики определены обобщенные координаты рабочего органа для моделирования системы управления манипулятором в среде Matlab/Simulink.

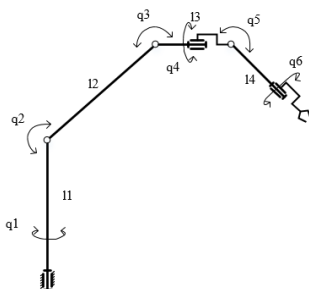


Рисунок 2 - Кинематическая схема робота-манипулятора «Kawasaki RS080N»

Для проектирования модели робота-манипулятора объемный чертеж загружен в среду MSC. Adams через импортирующее окно (рис. 3) [6, 7]. Чертеж типа STEP можно загрузить с официального сайта фирмы Kawasaki.

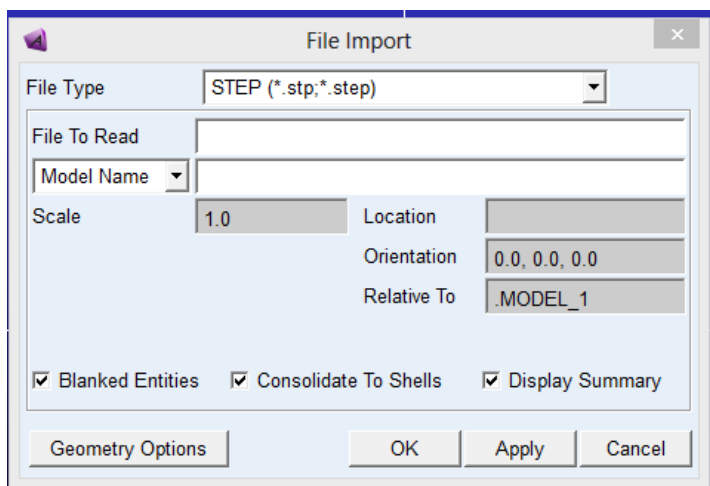


Рисунок 3 - Окно импорта исходного файла

В результате получена визуальная модель робота в среде MSC Adams, представленная на рис.4.

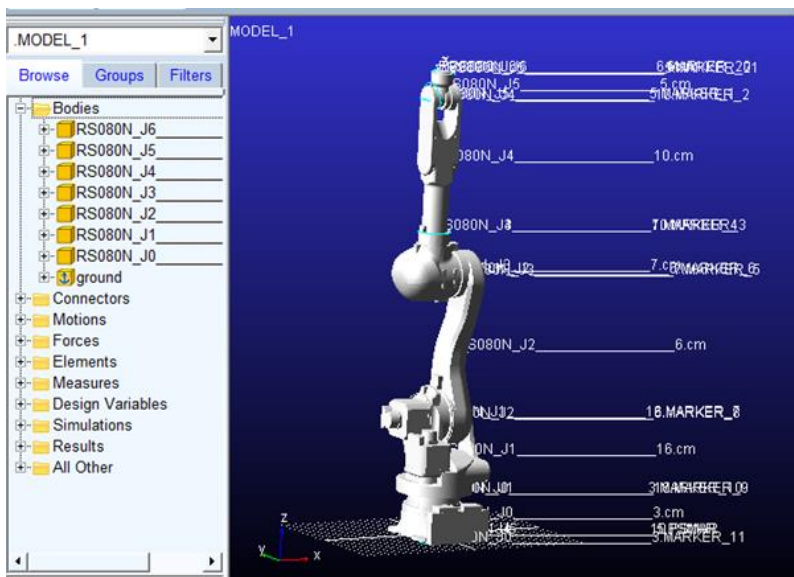


Рисунок 4 - Модель в MSC Adams робота «Kawasaki RS080N»

Исследование механизма в рассматриваемой среде упрощается благодаря таким возможностям как:

- привязка твёрдых тел к точкам и, как следствие, быстрая и удобная параметризация;
- индивидуальное задание момента инерции и материала звеньев для тел;
- добавление сил трения к парам вращательного типа;
- создание различных измерителей (Measure), наглядно показывающих результаты совершаемых действий;
- симуляция работы созданного механизма;
- связь с Matlab.

Таким образом, использование среды MSC Adams позволяет достаточно точно исследовать механическую систему, выбрав реальные элементы на основе значений силовых характеристик, а проведение совместного моделирования обеспечивает возможность исследования динамики работы систем автоматического управления и рассмотрения вопросов их синтеза.

*Статья подготовлена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Анализ технических средств в структуре систем управления и их выбор при проектировании: учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 242 с.
2. Шипов Д.Н. Начальные шаги работы с MSC.Adams/View (Обучающее руководство). Москва: Московское представительство MSC.Software Corporation, 2003. 59 с.
3. Коренева Т.Ю., Бушуев Д.А. Разработка и исследование модели манипулятора в среде MSC Adams. Сборник трудов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, 2015. [Электронный ресурс].
4. Модель робота Kawasaki RS080N// [Электронный ресурс]. URL: <https://robotics.kawasaki.com/en1/products/robots/small-medium-payloads/RS080N/> (дата обращения: 05.03.2019).
5. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. 400 с.
6. Рубанов В.Г., Кижук А.С., Гольцов Ю.А., Кариков Е.Б. Реализация алгоритма аппроксимации дробного интегродифференцирования с оценкой ошибки // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. №2. С.148-151.
7. Воронежский Д.С., Бушуев Д.А. Моделирование движения манипулятора промышленного робота в среде MSC.Adams. Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. 2017. Т.4. С.110-114.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЕ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ*

Кижук А.С., канд. техн. наук, доцент,

Гольцов Ю.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. Изучаются нелинейные явления в энергоэффективной широтно-импульсной системе управления температурным полем нагревательной установки, поведение которой описывается кусочно-гладким дискретным отображением.

Ключевые слова: нагревательная установка, математическая модель, температурное поле, высокая мощность, полевой транзистор, энергоэффективность.

Регулирование температуры является одной из важнейших задач во многих теплотехнологических процессах. Так, например, при выращивании кристалла синтетического сапфира необходимо обеспечить закон изменения температуры в тигле от 25°C до 2050°C с определённой степенью наращивания и спада температуры, что требует применения автоматической системы управления с возможностью программного задания изменения температуры в тигле с заданной точностью. Используемые в настоящее время регуляторы температуры с тиристорными исполнительными устройствами всех типов существенно искажают форму кривой тока, потребляемого из сети, приводя к возникновению в питающей сети несинусоидальных режимов [1].

Устранить отмеченные недостатки и упростить систему регулирования представляется возможным, применив в качестве исполнительных устройств полевые транзисторы.

Авторами спроектирована и реализована система управления нагревателем высокой мощности, построенная на основе высокочастотного силового преобразователя с широтно-импульсным регулированием. Такая система позволяет снизить гармонические искажения в питающей сети, повысить быстродействие и КПД [2]. Известно, что обеспечение требуемого качества управления в системах с импульсной модуляцией является сложной задачей. Это обусловлено тем, что в импульсных системах при вариации параметров возможно возникновение колебаний на пониженных частотах, кратных частоте модуляции, квазипериодических и хаотических режимов.

Большинство импульсных систем автоматического регулирования могут быть описаны одной или несколькими типами систем дифференциальных уравнений, имеющих разрывную правую часть [3-5].

Широтно-импульсная система управления нагревательной установкой [6] описывается следующим уравнением:

$$T_1 \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + T_2 \cdot \frac{dx}{dt} + x = K \cdot \varphi(\varepsilon), \quad (1)$$

где x - переменная, обозначающая текущую температуру в $\varphi(\varepsilon) = f - x$

нагревательной установке, $\varphi(\varepsilon)$ - функция переключения в зависимости от сигнала ошибки ε , T_1, T_2 - постоянные времени, K - коэффициент передачи системы.

Дальнейшее решение приводит к системе уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y; \\ T_1 \cdot \frac{dy}{dt} + T_2 \cdot y + x = K \cdot \varphi(\varepsilon); \end{cases}$$

где y обозначает первую производную от x . Преобразовав второе уравнение, получаем:

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = y; \\ \frac{dy}{dt} = -\frac{T_2}{T_1} \cdot y - \frac{1}{T_1} \cdot x + K \cdot \varphi(\varepsilon); \end{cases} \quad (2)$$

Функция переключения $\varphi(\varepsilon)$ определяется следующим выражением:

$$\varphi(\varepsilon) = \begin{cases} 1, & k \cdot T < t < k \cdot T + \tau_k; \\ 0, & k \cdot T + \tau_k < t < (k+1) \cdot T; \end{cases} \quad k \in N; \quad (3)$$

Физически при достижении определённого порога ошибки ε , система должна отключить управляющее воздействие.

В форме пространства состояний систему (2) можно записать в следующем виде:

$$\frac{dX}{dt} = A \cdot X + B \cdot \varphi(\varepsilon);$$

$$\frac{dX}{dt} = \begin{cases} A \cdot X + B, & \text{если } \varepsilon > 0 \\ A \cdot X & , \text{если } \varepsilon < 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1/T_1 & -T_2/T_1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ K/T_1 \end{bmatrix}$$

где A - матрица состояния, B - матрица

$$X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

управления, X - матрица состояния.

Решение уравнение (4) относительно матрицы состояния с использованием специальных алгоритмов расчета [6–8] дает возможность построить фазовые портреты системы (1) в среде MATLAB и проанализировать ее динамику (рис. 1).

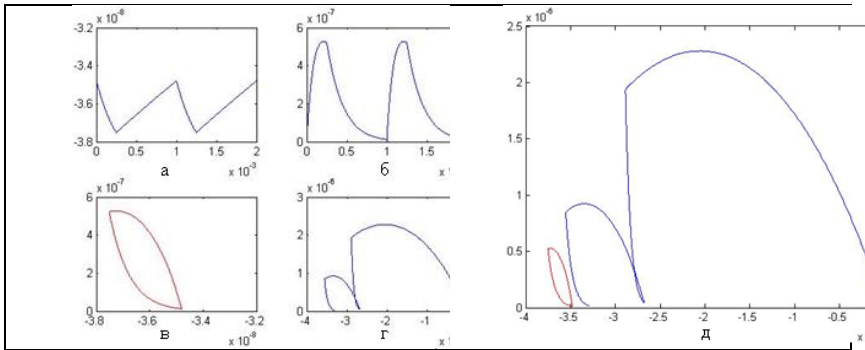


Рисунок 1 - Фазовые портреты системы

На рис. 1 (а, б) представлены переменные состояния x и y матрицы X , рис. 1 (в) иллюстрирует предельный цикл, к которому стремится изображающая точка, рис. 1 (г, д) показывают динамику системы с равными начальными условиями.

Полученные результаты позволяют судить о динамике широтно-импульсных систем с различными начальными условиями и могут быть

использованы для дальнейшего изучения типовых импульсных систем с целью исследования хаотических колебаний [9].

*Работа выполнена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Микропроцессорная система автоматического управления тепловым режимом технологического процесса выращивания кристалла сапфира // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2014. №11. С.42-49.
2. Пат. № 2612311 Российская Федерация, МПК G05D 23/22. Устройство регулирования температуры электронагрева / Гольцов Ю. А., Жусубалиев Ж. Т., Кижук А. С., Коленченко В. В., Рубанов В. Г., заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г.Шухова. – № 2016113209, заявл. 06.04.2016, опубл. 06.03.2017, Бюл, № 7. 5 с.
3. Айзерман М.А., Гантмахер Ф.Р. Устойчивость по линейному приближению периодического решения системы дифференциальных уравнений с разрывными правыми частями // Прикладная математика и механика. 1957. Т.21(2). С.658-669.
4. Филиппов А.Ф. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. М.: Наука, 1985. 225 с.
5. Дубровский А.Д. Подход к стабилизации неустойчивых периодических решений систем обыкновенных дифференциальных уравнений // Труды ИСАРАН. 2009. Т.44.
6. Баушев В.С., Жусубалиев Ж.Т., Колоколов Ю.В., Терехин И.В. К расчету локальной устойчивости периодических режимов в импульсных системах автоматического регулирования // АИТ. 1992. №6. С.93-100.
7. Жусубалиев Ж.Т., Рубанов В.Г., Гольцов Ю.А., Яночкина О.О. Программа расчета инвариантных многообразий седловых циклов двумерных обратимых кусочно-гладких отображений. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017661000 от 02.10.2017.
8. Жусубалиев Ж.Т., Рубанов В.Г., Гольцов Ю.А., Яночкина О.О., Поляков С.А. Квазипериодичность в системе управления температурным полем нагревательной установки // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. 2017. Т.44. №23(272). С.113-122.
9. Di Bernardo M., Budd C.J., Champneys A.R., Kowalczyk P. Piecewise-smooth dynamical systems: Theory and applications. London: Springer-Verlag, 2008. 483p.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ НАГРЕВАТЕЛЯ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ С УЧЕТОМ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ*

Кижук А.С., канд. техн. наук, доцент,

Гольцов Ю.А., студент

Гончаров Н.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Представлена математическая модель температурного поля нагревателя высокой мощности с учетом радиационной составляющей в виде системы дифференциальных уравнений. Применение аппроксимации дифференциальных операторов с использованием разностной схемы второго порядка точности позволило получить систему алгебраических уравнений для нахождения значений температуры в различных точках пространства нагревателя методом сеток с заданной погрешностью.

Ключевые слова: математическая модель, нагреватель, высокая мощность, температурное поле, сапфир.

Синтетические монокристаллы сапфира получили широкое применение в микроэлектронике, полупроводниковой промышленности, медицине, атомной промышленности, производстве линз, светодиодов и лазерных элементов в качестве материала с превосходными механическими и оптическими свойствами.

Монокристаллы выращиваются в процессе управляемой кристаллизации, при котором особенно важно точно задавать условия фазовых переходов и отслеживать распределение температур в области вокруг фронта кристаллизации вдоль всей его поверхности – зоны кристаллизации. Самым распространенным методом выращивания является метод Киропулоса [1].

Любая попытка изменения ростового процесса кардинальным образом изменяет тепловые условия выращивания и приводит к необходимости разработки нового технологического процесса или существенного изменения конструкции ростовой установки.

Повышение точности управления температурным режимом приводит к выпуску кристаллов более высокого качества, воспроизводимости результатов ростового цикла.

Процесс теплопереноса описывается системой дифференциальных уравнений, включающей в себя уравнения теплопроводности, граничные условия и начальное распределение температур [2, 3].

Рассмотрим уравнения, необходимые для построения математической модели температурного поля нагревательной установки (рис. 1).

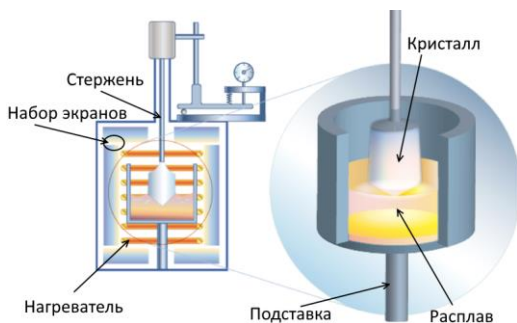


Рисунок 1 - Внутреннее устройство ростовой установки

Уравнение теплопроводности в цилиндрическом объекте [4]:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \quad (1)$$

где r, z, φ – цилиндрические координаты.

На оси цилиндра должны выполняться условия:

$$\left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_{r=0} = 0, \quad T|_{r=0} \neq \infty.$$

Устранив возникшую в (1) при $r = 0$ неопределенность $\frac{0}{0}$, получим:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} = 2 \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} \right) \Big|_{r=0}. \quad (2)$$

Полученное граничное условие (2) задает температуру на оси цилиндра.

При рассмотрении граничных условий далее зададимся одномерным пространством с координатой x . Граничные условия второго рода задают тепловой поток на внешних поверхностях тела:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = q(t). \quad (3)$$

Граничные условия третьего рода характеризуют закон конвективного теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой при постоянном потоке тепла:

$$q = k_k(T_c - T_n). \quad (4)$$

Коэффициент пропорциональности k_k состоит из коэффициента теплопроводности жидкой или газообразной среды, с которой происходит теплообмен, и условной толщины пограничного слоя δ .

Граничные условия четвертого рода описывают такой тепловой контакт поверхности тела с окружающей средой или с другим телом, когда температуры и тепловые потоки соприкасающихся поверхностей одинаковы:

$$\begin{aligned} T_n(t) &= T_c(t), \\ -\lambda \frac{\partial T_n}{\partial x} &= -\lambda \frac{\partial T_c}{\partial x}. \end{aligned} \quad (5)$$

Излучение на границе представляется в соответствии с законом Стефана-Больцмана:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \delta k_{\text{и}}(T_c^4 - T_n^4), \quad (6)$$

где $k_{\text{и}}$ – коэффициент пропорциональности, зависящий от геометрической формы и свойств поверхности тела, δ – постоянная Стефана-Больцмана.

Итоговая система уравнений составляется из приведенных выше уравнений с учетом конструкции теплового объекта, после чего необходимо перейти к их дискретной форме, так как для нахождения значений температуры в разных точках пространства нагревателя будет применяться метод сеток [5].

Для перехода от системы дифференциальных уравнений к системе алгебраических уравнений необходимо выбрать разностную аппроксимацию дифференциального оператора. Возникает задача поиска оптимального метода, который позволял бы найти решение с заданной точностью за минимальное машинное время, поскольку каждому уравнению поставить в соответствие бесконечное множество разностных аппроксимаций, имеющих один и тот же порядок точности и сходный объем вычислений.

Зададимся параболическим дифференциальным уравнением в частных производных:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = F\left(u, x, t, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\right). \quad (7)$$

Выберем равномерную сетку по времени с шагом τ и по координате с шагом h (всего шагов по координате N):

$$u(n\tau, ih) = u_i^n,$$

где i — номер шага по координате N , n — номер шага по времени.

Возьмем линейную комбинацию схем значений правой части с текущего и следующего шага по времени с коэффициентом σ :

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\tau} = \sigma F^{n+1} \left(u, x, t, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right) + (1 - \sigma) F^n \left(u, x, t, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \right). \quad (8)$$

Аппроксимируем первую и вторую производную по координате:

$$u_x = \frac{u_{i+1} - u_{i-1}}{2h}; \quad (9)$$

$$u_{xx} = \frac{u_{i+1} - 2u_i + u_{i-1}}{h^2}. \quad (10)$$

Дискретизация по времени разностной схемой (8) со значением $1 \geq \sigma \geq \frac{1}{2}$ при дискретизации производных по координате схемами (9) и (10) является абсолютно устойчивой и имеет второй порядок точности [5].

Для примера возьмем простейшее параболическое уравнение

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 u}{\partial x^2},$$

где α — коэффициент, не являющийся функцией времени и координаты.

Перейдя к конечным разностям, получим:

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\tau} = \frac{\alpha}{2} \left[\frac{u_{i+1}^{n+1} - 2u_i^{n+1} + u_{i-1}^{n+1}}{h^2} + \frac{u_{i+1}^n - 2u_i^n + u_{i-1}^n}{h^2} \right], \quad (11)$$

$$-ru_{i+1}^{n+1} + (1 + 2r)u_i^{n+1} - ru_{i-1}^{n+1} = ru_{i+1}^n + (1 - 2r)u_i^n + ru_{i-1}^n, \quad (12)$$

где

$$r = \frac{\alpha\tau}{2h^2}.$$

Выражение (11) является линейной системой и в общем виде записывается как:

$$a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} = d_i, \quad (13)$$

где для $i \in [2; N - 1]$, $a_i = r$, $b_i = (1 + 2r)$, $c_i = -r$,

$$d_i = ru_{i+1}^n + (1 - 2r)u_i^n + ru_{i-1}^n. \quad (14)$$

Повторяя последовательность действий (11)–(14) можно привести каждое из уравнений (1)–(5) к виду (13). Исключением является уравнение (6), правая часть которого нелинейно зависит от температуры, поэтому такое уравнение сводится к следующему виду:

$$a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + k((u_{i+1}^{n+1})^4 - (u_i^{n+1})^4) = d_i, \quad (15)$$

$$b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} + k((u_{i-1}^{n+1})^4 - (u_i^{n+1})^4) = d_i. \quad (16)$$

Алгебраические уравнения (15) и (16) описывают аппроксимацию уравнения (6) для правой и левой границы соответственно.

Итоговая система алгебраических уравнений записывается в следующем виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 u_1^{n+1} + c_1 u_2^{n+1} = d_1 \\ a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} = d_i \\ \dots \\ a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} = d_i \\ a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + k((u_{i+1}^{n+1})^4 - (u_i^{n+1})^4) = d_i \\ b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} + k((u_{i-1}^{n+1})^4 - (u_i^{n+1})^4) = d_i \\ a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} = d_i \\ \dots \\ a_i u_{i-1}^{n+1} + b_i u_i^{n+1} + c_i u_{i+1}^{n+1} = d_i \\ a_N u_N^{n+1} + b_N u_N^{n+1} = d_N \end{array} \right. \quad (17)$$

Наличие в системе (17) нелинейных уравнений (15)–(16) делает невозможным применение обычных методов решения для тридиагональных систем. Для вычисления требуется получение алгоритма решения, который позволит находить значения температур в узлах сетки с заданной погрешностью за $O(N)$ действий.

*Статья подготовлена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Жмакин А.И. Моделирование роста монокристаллов: тепломассообмен [Электронный ресурс] URL: <https://arxiv.org/pdf/1511.07161.pdf> (дата обращения: 26.02.2019)
2. Гольцов Ю.А., Кижук А.С., Рубанов В.Г. Управление температурным полем нагревательной установки в форме модели дробного порядка // СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. №2. С.38-43.
3. Gol'tsov Yu.A., Kizhuk A.S., Rubanov V.G. Nonlinear phenomena in a high-power heating unit with pulse modulated control. MATEC Web of Conferences (Int. Conf. on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2017)). 2017. №129. (03031).
4. Берковский Б.М., Ноготов Е. Разностные методы исследования задач теплообмена. Минск: «Наука и техника», 1976. 144 с.
5. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967. 600 с.
6. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977. 656 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНОЙ НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ НА БАЗЕ ПЛК SEGNETICS SMH 2G*

Кижук А.С., канд. техн. наук, доцент,

Гольцов Ю.А., студент,

Куклик В.С., студент,

Набоков А.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Разработано устройство управления температурным режимом нагревательной установки в форме модели дробного порядка. Предложено схемное решение структуры управления в SCADA - системе на базе контроллера Segnetics SMH 2G, позволяющее реализовать различные алгоритмы регулирования температуры с высокой точностью.

Ключевые слова: Нагревательная установка, дробный порядок, тепловой объект, теплопроводность, закон управления, промышленный контроллер.

В настоящее время широкое развитие получили системы управления, построенные на промышленных логических контроллерах (ПЛК). Использование цифровых ПЛК позволяет строить распределенные структуры управления, что делает возможным автоматизировать предприятия на их основе. При этом задача регулирования температуры с высокой точностью остается актуальной [1].

Предложена программная реализация дробного алгоритма управления нагревательным устройством, осуществляющая нагрев и охлаждение с заданными параметрами за счет широтно-импульсного регулирования подаваемой на нагреватель мощности [2].

Для реализации алгоритма регулирования температуры использован промышленный контроллер Segnetics SMH 2G со средой программирования «SMLogix» [3-5]. Панель контроллера SMH 2G используется как внешний пульт нагревательной установкой для настроек управления скоростью нагрева, уставки температуры и времени. На экране контроллера оператор может в различных режимах наблюдать текущее изменение температуры (рис. 1).

Математический аппарат представления производных дробного порядка является точным математическим инструментом при решении

задач моделирования нагревательных объектов [6, 7]. Устройства управления и законы управления дробного порядка могут быть реализованы алгоритмическим путем на базе вычислительных комплексов [8].

Поскольку на ПЛК SMH 2G не представляется возможным реализовать дробный алгоритм регулирования температуры, то возникает необходимость использования внешнего вычислителя для реализации дробного закона управления в пакете Simulink Matlab с использованием библиотеки «FOMCON» [9, 10].

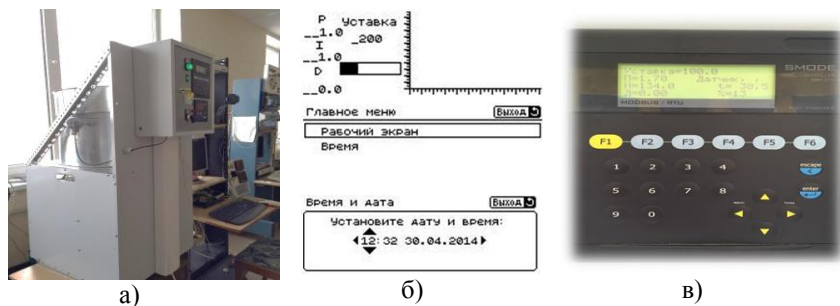


Рисунок 1 - Нагревательная установка (а), экранные формы (б), панель оператора (в)

Предложено техническое решение для связи персонального компьютера (ПК) и программируемого логического контроллера Segnetics SMH 2G. Передача данных осуществляется по протоколу Modbus посредством конвертора RS232-RS485. В операционной системе на ПК настроена программа «Lectus Modbus OPC/DDE сервер», в которую загружается карта переменных из системы программирования SMLogix. Считывание данных с сервера Lectus осуществляется при поддержке встроенной библиотеки OPC Toolbox. Такая реализация позволяет в реальном времени производить считывание, обсчет и запись значения дробного интеграла. Недостатком является отставание на один тик (в нашем случае 0.5 секунды) при записи текущего значения интегральной составляющей дробного регулятора, кроме того, в случае обрыва связи контроллера и ПК, система регулирования прекращает пересчет интегральной составляющей. Для решения второй проблемы, возникающей в случае неполадок, предусмотрен переход к целочисленному регулятору.

Вопрос связанный с отставанием, по сути является несущественным, т.к. объект обладает существенно большей постоянной времени, а период работы ШИМ – регулятора составляет 10 секунд [11]. Кроме того, при необходимости, существует возможность уменьшения тика системы. Схемное решение реализации структуры управления нагревательной установкой в SCADA - системе на базе контроллера Segnetics SMH 2G представлено на рис.2.

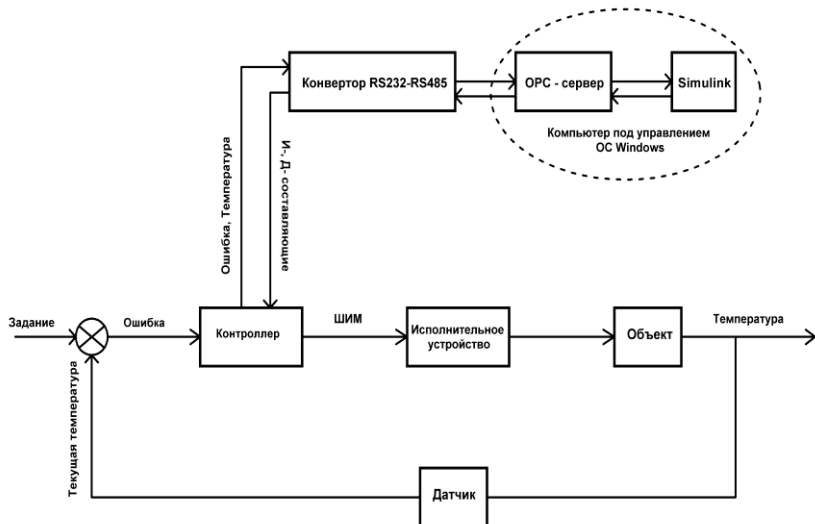


Рисунок 2 - Реализации структуры управления нагревательной установкой в SCADA - системе на базе контроллера Segnetics SMH 2G

В результате моделирования разработаны специализированные функциональные блоки реализации алгоритмов управления в среде Simulink, а также даны рекомендации по настройке регуляторов управления, которые актуальны для решения задач подобного плана.

Рассмотренные приёмы построения и исследования алгоритмов управления динамических систем с передаточными функциями дробного порядка, методики проектирования и моделирования алгоритмов управления динамических систем с передаточными функциями дробного порядка могут быть использованы не только при построении систем, связанных с тепловыми объектами, но и для решения более широкого круга задач, связанных с автоматизацией технологических объектов в других направлениях.

* Статья подготовлена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М: Высшая школа, 1967. 600 с.
2. Кижук А.С., Гольцов Ю.А. Микропроцессорная система автоматического управления тепловым режимом технологического процесса выращивания кристалла сапфира // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2014. №11. С.42-49.
3. Программируемый логический контроллер SMH 2G. Руководство по эксплуатации. СПб.: Сегнетикс, 2013. 103 с.
4. Система программирования SMLogix. Техническая документация. СПб.: Сегнетикс, 2016. 30 с.
5. «Сегнетикс» контроллеры для систем автоматизации [Электронный ресурс]. URL: http://segnetics.com/smh_2010/ (дата обращения: 05.03.2019).
6. Fractional-order Modeling and Control. [Электронный ресурс]. URL: <http://fomcon.net/> (дата обращения: 05.03.2019).
7. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск: Наука и техника, 1987. 688 с.
8. Concerpcion A.M., Chen Y.Q., Vinagre B.M., Xue D., Feliu V.: Fractional Order Systems and Controls: Fundamentals and Applications. Series: Advances in Industrial Control. Springer, Berlin, 2010. 430 с.
9. Гольцов Ю.А., Кижук А.С., Рубанов В.Г. Нелинейные явления в широтно-импульсной системе управления теплотехническим объектом // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2017. №9 С.188-192
10. Гольцов Ю.А., Кижук А.С., Рубанов В. Г. Управление температурным полем нагревательной установки в форме модели дробного порядка // СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2016. №2. С.38-43.
11. Пат. № 2612311 Российская Федерация, МПК G05D 23/22. Устройство регулирования температуры электронагрева / Гольцов Ю.А., Жусубалиев Ж.Т., Кижук А.С., Коленченко В.В., Рубанов В.Г., заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г.Шухова. – № 2016113209, заявл. 06.04.2016, опубл. 06.03.2017, Бюл, № 7. 5 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

**Крюков А.В., ст. преподаватель,
Хрипунов М.В.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. В данной статье рассмотрены различные подходы к решению задачи идентификации. Проанализированы существующие методы, позволяющие идентифицировать параметры объекта управления. Выявлена и обоснована важность решения задачи идентификации для теории управления. На основе проведённого исследования было написано программное средство, позволяющее решить задачу идентификации с помощью различных методов.

Ключевые слова: идентификация, метод квадратур, идентификация колебательного звена, программное средство.

Задача идентификации состоит в определении оператора модели, преобразующего входные эффекты объекта в выходные значения [1, 2, 3]. При этом идентификация является обязательным элементом и наиболее сложной стадией поиска решений актуальных практических задач. Именно в процессе реальной идентификации создаются все описания реальности, необходимые в качестве исходных данных для эффективного практического применения математических методов и сложных наукоемких технологий.

Ввиду этого разработка методов и алгоритмов идентификации приобретает сейчас исключительно важное значение для фундаментальной науки. Развитие теории идентификации в классическом направлении сейчас так же актуально и практически значимо, как и в 1950-е гг., когда она зарождалась под влиянием насущных проблем практики. Постоянная необходимость в оптимизации процесса решения практических проблем путем рациональной идентификации стимулирует прогресс теории в классическом направлении. Поэтому по-прежнему актуальны для фундаментальной науки такие области исследования, как математические методы параметрической или непараметрической идентификации, математическая теория структурной идентификации, математическое моделирование систем.

Среди современных отечественных учебных изданий, рассматривающих практически все аспекты курса дисциплины «Идентификация и диагностика систем», можно выделить учебник по теории автоматического управления издательства МГТУ им. Н.Э. Баумана [4], а также работы коллектива авторов из Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ»: главу в монографии [5] и учебное пособие [6].

Существует достаточно большой перечень методов идентификации как для нелинейных систем, так и для линейных, как для детерминированных, так и для стохастических и т.д. В данной работе представлены методы параметрической идентификации, такие как: метод квадратур и геометрический метод.

В рассматриваемой работе ставится задача создания программного средства, предназначенного для определения параметров объекта управления по отдельным методам. Первый из них – это метод квадратур, в котором входными параметрами являются детерминированные входные $x(t)$ и выходные $y(t)$ сигналы, а выходной величиной является импульсная переходная функция $w(t)$. Метод основан на уравнении свёртки:

$$y(t) = \int_0^t \omega(\tau)x(t-\tau)d\tau + y_n(t) + y_c(t).$$

Следующим шагом является представление данного уравнения в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \mathbf{M} \\ y_n \end{pmatrix} = \Delta \cdot \begin{pmatrix} x_1 & 0 & L & 0 \\ x_2 & x_1 & L & 0 \\ \mathbf{M} & \mathbf{M} & \mathbf{O} & \mathbf{M} \\ x_n & x_{n-1} & L & x_1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \omega_1 \\ \omega_2 \\ \mathbf{M} \\ \omega_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \mathbf{M} \\ \delta_n \end{pmatrix}.$$

Если предположить, что квадратурная формула достаточно точно аппроксимирует интеграл свертки, в таком случае:

$$\delta_1 = 0, \delta_2 = 0, \mathbf{K}, \delta_n = 0.$$

Решая полученное уравнение, получим формальное решение задачи идентификации, т.е. решение задачи идентификации в идеальных условиях:

$$W = \frac{1}{\Delta} \cdot Y \cdot X^{-1}.$$

Следующий метод предназначен для идентификации колебательной системы по графику её импульсной переходной функции. Задача идентификации сводится к нахождению неизвестных K , ξ и T .

Для определения коэффициента демпфирования ξ пользуются следующим соотношением:

$$\xi = \frac{\ln R}{\sqrt{\pi^2 + (\ln R)^2}},$$

где $R = \frac{A^+}{A^-}$, A^+ и A^- – площади, ограниченные импульсной переходной характеристикой, что видно на рис. 1.

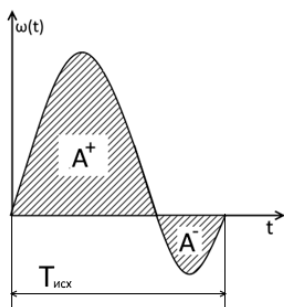


Рисунок 1 - Импульсная переходная функция колебательной системы

$$T = \frac{\sqrt{1 + \xi^2}}{\omega_{исх}}, \text{ а } \omega_{исх} = \frac{2\pi}{T_{исх}},$$

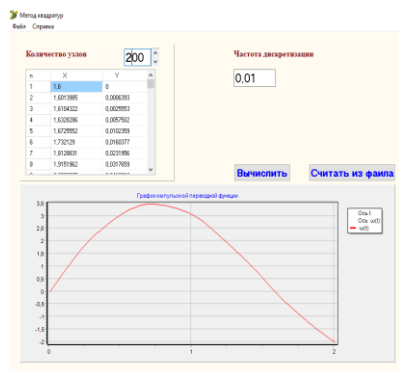
где $T_{исх}$ – период одного колебания.

После того, как ξ и T определены, K можно найти из уравнения, задавшись значениями импульсной переходной функции.

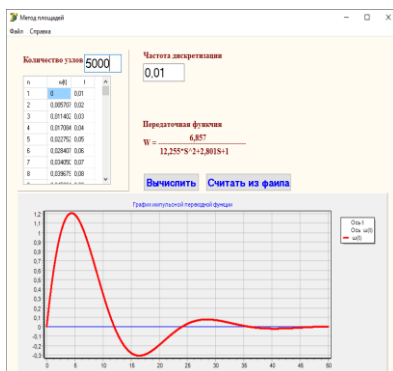
$$w(t) = \frac{K}{\omega\sqrt{1 + \xi^2}} e^{-\xi\omega t} \sin \omega t \sqrt{1 + \xi^2}.$$

Рассмотрим программное средство для параметрической идентификации методом квадратур. В появившемся окне (рис. 2а) пользователь должен ввести количество точек для идентификации и частоту дискретизации сигнала. Далее для считывания данных пользователь должен нажать кнопку «Считать из файла». Данные будут

считаны из файла input.txt и output.txt и помещены в соответствующие ячейки таблицы. Теперь, при надобности пользователь может изменить или дополнить данные в таблице. После чего, при нажатии на кнопку «Вычислить», программным средством будет проведена идентификация и выведен график импульсной переходной функции идентифицируемого объекта.



а)



б)

Рисунок 2 - Программное средство для идентификации
а) методом квадратур б) геометрическим методом

Рассмотрим программное средство для идентификации колебательной системы 2-го порядка по графику её импульсной переходной функции. В появившемся окне (рис. 2б) пользователь должен ввести количество точек для идентификации и частоту дискретизации импульсной переходной функции. Затем, при нажатии на кнопку «Считать из файла», программным средством будут считаны данные из файла impulse.txt, расположенного в папке с программой, и помещены в соответствующие ячейки таблицы. Вместе с этим по этим данным будет выведен график импульсной переходной функции на координатной области.

Активное развитие теории автоматического управления и повсеместная автоматизация производства в последние десятилетия дают гарантию того, что работа в этом направлении не потеряет своей актуальности, поскольку процедура идентификации является неотъемлемой частью теории автоматического управления и

предоставляет большие возможности в создании саморегулирующихся систем автоматического управления.

Список литературы:

1. Райбман Н.С. Что такое идентификация? – М.: Наука, 1970. – 118 с.
2. Цыпкин ЯЗ. Основы информационной теории идентификации. – М.: Наука, 1984. – 320 с.
3. Штейнберг Ш.Е. Идентификация в системах управления. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 80 с.
4. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т2: Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 646с.
5. Теория управления Алексеев А. А., Имаев Д.Х., Кузьмин Н.Н., Яковлев В.Б. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 1999. – 435 с.
6. Идентификация и диагностика систем: учеб. для студ. высш. учеб. заведений/ А.А. Алексеев. Ю.А. Кораблев, М.Ю. Шестопапов. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 352 с.

УПРАВЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ ЦЕЛЕВОГО ПРОДУКТА В ХИМИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЛИНЕЙНОГО РОБАСТНОГО АЛГОРИТМА

Невиницын В.Ю., канд. техн. наук, доцент,
Лабутин А.Н., д-р техн. наук, профессор,
Волкова Г.В., канд. техн. наук, доцент,
Корсакова Н.Э., студент

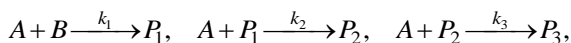
Ивановский государственный химико-технологический университет

Аннотация. В работе решается задача аналитического синтеза системы автоматического управления концентрацией целевого компонента в химическом реакторе, которая обеспечивает инвариантность, ковариантность с задающими воздействиями, асимптотическую устойчивость и робастность при действии неконтролируемых параметрических и сигнальных возмущений. Предложен астатический закон управления концентрацией, полученный с использованием синергетической теории управления.

Ключевые слова: химический реактор, робастная система управления, синергетическая теория управления, аналитический синтез регуляторов, компьютерное моделирование.

Одним из главных требований к системе управления химическим реактором является требование робастности (грубости), т.е. способность сохранять работоспособность в условиях действия параметрических и сигнальных возмущений. В настоящий момент существует ряд различных подходов к синтезу робастных систем, среди которых основными являются: системы адаптивного управления с подстройкой параметров, системы с применением прогнозирующих моделей, регуляторы состояния, робастные системы с использованием ПИД-регуляторов, нечеткие системы управления, нейронные сети. Тем не менее, указанные методы синтеза систем управления неэффективны для существенно нелинейных объектов [1]. На наш взгляд, перспективным в этом плане представляется метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР), позволяющий конструировать робастные системы управления [2].

Рассмотрим емкостной жидкофазный реактор непрерывного действия, работающий в политропическом режиме (рис. 1). В аппарате протекает сложная последовательно-параллельная экзотермическая реакция вида:



где A, B – исходные вещества; P_1, P_2, P_3 – продукты реакции; k_1, k_2, k_3 – константы скоростей стадий. Целью функционирования химического реактора является получение целевого компонента P_2 заданной концентрации.

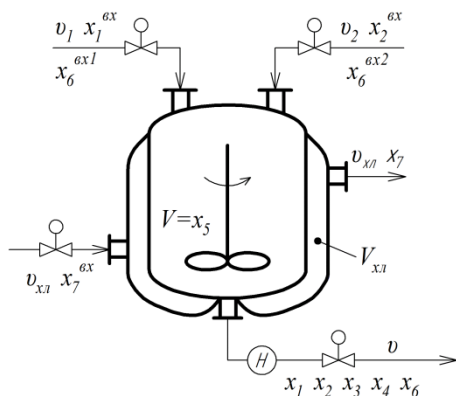


Рисунок 1 - Принципиальная схема химического реактора

На рис. 1 обозначено: x_1^{ex}, x_2^{ex} – концентрации исходных веществ; x_6^{ex1}, x_6^{ex2} – температуры исходных веществ; v_1, v_2 – расходы исходных веществ; v_{x1} – расход хладагента на входе и выходе; x_7^{ex}, x_7 – температуры хладагента на входе и выходе; v – расход смеси на выходе из реактора; x_1, x_2, x_3, x_4 – концентрации веществ A, B, P_1, P_2 в аппарате; x_6 – температура смеси в реакторе; $V=x_5$ – объем реактора; V_{x1} – объем хладагента в теплообменной рубашке.

В соответствии с назначением и целью функционирования реактора основным технологическим параметром, подлежащим стабилизации, является концентрация целевого компонента в аппарате в условиях действия возмущений. Регулирующим входным воздействием является поток исходного реагента v_2 на входе в аппарат [3].

В настоящей работе решается задача синергетического синтеза нелинейного алгоритма управления концентрацией целевого компонента в химическом реакторе методом АКАР, который обладает свойством робастности [1, 2].

Из теории автоматического управления известно, что пропорциональный регулятор не обеспечивает отслеживания изменения задающих воздействий или возмущающих воздействий по нагрузке.

Следовательно, целесообразно синтезировать астатический закон управления концентрацией, обладающий свойством робастности. Для этого в алгоритм управления концентрацией необходимо ввести интегральную составляющую [2].

Согласно методу АКАР, для включения интегратора в алгоритм управления необходимо расширить пространство состояния объекта путем введения нескольких дополнительных переменных состояния [2]. Для решения рассматриваемой задачи необходимо ввести одну дополнительную переменную z_1 , подчиняющуюся уравнению

$$\frac{dz_1}{d\tau} = x_4 - \bar{x}_4, \quad (1)$$

где x_4 , \bar{x}_4 – текущее и заданное значения концентрации целевого компонента в реакторе.

Расширенное математическое описание объекта при условии, что уровень смеси в аппарате стабилизирован ($V=x_5=\text{const}$), запишется:

$$\begin{aligned} \frac{dz_1}{d\tau} &= x_4 - \bar{x}_4, \quad \frac{dx_1}{d\tau} = R_1 + M_A - b_2x_1 - b_3x_1u, \\ \frac{dx_2}{d\tau} &= R_2 - b_2x_2 + (M_B - b_3x_2)u, \quad \frac{dx_3}{d\tau} = R_3 - b_2x_3 - b_3x_3u, \\ \frac{dx_4}{d\tau} &= R_4 - b_2x_4 - b_3x_4u, \quad \frac{dx_6}{d\tau} = \alpha_1k_1x_1x_2 + \alpha_2k_2x_1x_3 + \alpha_3k_3x_1x_4 + b_2x_6^{\text{exl}} + \\ &+ \beta_1x_7 - (\beta_1 + b_2)x_6 + (x_6^{\text{ex2}} - x_6)b_3u, \quad \frac{dx_7}{d\tau} = \beta_2(x_6 - x_7) + b_1(x_7^{\text{ex}} - x_7), \end{aligned} \quad (2)$$

где $M_A=v_1x_1^{\text{ex}}/V$; $M_B=x_2^{\text{ex}}/V$; $b_1=v_{xл}/V_{xл}$; $b_2=v_1/V$; $b_3=1/V$; $\alpha_i=\Delta H_i/(\rho C)$, $i=1, \dots, 3$; $\beta_1=K_T F_T/(\rho CV)$; $\beta_2=K_T F_T/(\rho_{xл} C_{xл} V_{xл})$; $R_1=-k_1x_1x_2-k_2x_1x_3-k_3x_1x_4$, $R_2=-k_1x_1x_2$, $R_3=k_1x_1x_2-k_2x_1x_3$, $R_4=k_2x_1x_3-k_3x_1x_4$ – скорость реакции по компонентам A , B , P_1 , P_2 , соответственно; $k_i=f_i(x_6)$, $i=1, \dots, 3$ – константы скоростей стадий, подчиняющиеся закону Аррениуса; ΔH_i , $i=1, \dots, 3$ – тепловой эффект соответствующей стадии реакции; K_T , F_T – коэффициент теплопередачи и поверхность теплообмена; ρ , C – плотность и теплоемкость реакционной смеси; $\rho_{xл}$, $C_{xл}$ – плотность и теплоемкость хладагента; $u=v_2$ – управляющее воздействие.

Согласно решаемой задаче, цель управления химическим реактором заключается в стабилизации концентрации целевого компонента на выходе аппарата на заданном уровне \bar{x}_4 в условиях действия возмущений. В качестве регулирующего воздействия выбран расход реагента B на входе в аппарат – v_2 , который оказывает

непосредственное воздействие на переменную x_4 . Таким образом, канал управления запишется: $u \rightarrow x_4$, где $u=v_2$.

Поскольку управляющее воздействие непосредственно входит в уравнение для переменной x_4 системы (2), то процедура синергетического синтеза закона управления осуществляется за один этап (метод АКАР по заданному инвариантному многообразию) [2].

Синергетическая постановка задачи: необходимо синтезировать закон управления $u(x)$, который переводит объект из произвольного начального состояния (x^0) в фазовом пространстве в окрестность сконструированного многообразия $\psi(x)=0$, а затем обеспечивает его движение вдоль $\psi(x)=0$ в заданное конечное состояние $x_4^k = \bar{x}_4$.

Для поиска закона управления $u(x)$ введем в рассмотрение макропеременную, отражающую технологическое требование к системе:

$$\psi_1 = (x_4 - \bar{x}_4) + \gamma_1 z_1, \quad (3)$$

где γ_1 – настроечный параметр интегральной составляющей.

Макропеременная ψ_1 удовлетворяет решению основного функционального уравнения метода АКАР $T_1 \dot{\psi}_1 + \psi_1 = 0$, которое в развернутом виде с учетом выражения (3) в силу системы (2) примет вид:

$$T_1 [R_4 - b_2 x_4 - b_3 x_4 u + \gamma_1 (x_4 - \bar{x}_4)] + (x_4 - \bar{x}_4) + \gamma_1 z_1 = 0. \quad (4)$$

Из (4) получаем выражение для закона управления:

$$u = \frac{(x_4 - \bar{x}_4) + \gamma_1 z_1}{T_1 b_3 x_4} + \frac{R_4}{b_3 x_4} - \frac{b_2}{b_3} + \frac{\gamma_1 (x_4 - \bar{x}_4)}{b_3 x_4}. \quad (5)$$

Выражение (5) определяет закон управления концентрацией целевого компонента. Настраиваемыми параметрами закона управления являются постоянная времени T_1 и параметр γ_1 . Условие асимптотической устойчивости замкнутой системы «химический реактор – алгоритм управления» в целом относительно инвариантного многообразия $\psi_1=0$ имеет вид: $T_1 > 0, \gamma_1 > 0$.

Методами имитационного моделирования проведено исследование системы управления концентрацией целевого продукта в химическом реакторе с применением полученного алгоритма. Исследованы свойства инвариантности, ковариантности и асимптотической устойчивости замкнутой системы.

На рис. 2 приведены примеры процессов управления в замкнутой системе «объект – алгоритм управления» при начальном отклонении переменных состояния объекта от статики на 20%. Отклонение вектора

состояния объекта от статических значений может быть обусловлено любым параметрическим или сигнальным возмущением, что приводит к выходу объекта из желаемого состояния равновесия. При этом система автоматического управления должна обеспечивать перевод реактора в заданное конечное состояние, определяемое требуемым значением концентрации ($x_4 = \bar{x}_4 = 0.652$ моль/л).

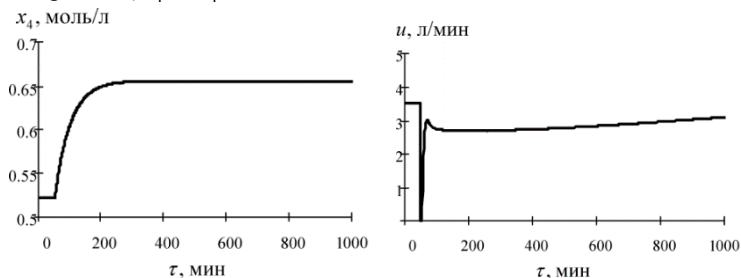


Рисунок 2 - Изменение регулируемой переменной и управляющего воздействия при начальном отклонении переменных состояния от статики ($\Delta x_i = -0,2x_i^0$)

В результате компьютерного моделирования установлено, что замкнутая система «объект – алгоритм управления» не имеет статической ошибки регулирования при действии на объект неконтролируемых параметрических и сигнальных возмущений, изменении задающих воздействий и отклонении начальных условий от статических значений. Таким образом, предложенный нелинейный алгоритм управления концентрацией обладает свойством робастности.

Список литературы:

1. Лабутин А.Н., Невиницын В.Ю., Волкова Г.В. Робастное управление температурным режимом химического реактора // Информатика и системы управления. 2018. №3. С.115-123.
2. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат. 1994. 344 с.
3. Лабутин А.Н., Невиницын В.Ю., Волкова Г.В. Анализ и оптимальный синтез химического реактора как объекта управления // Химическая Промышленность. 2018. Т.95. №5. С.241-248.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ МНОГОСВЯЗНОГО ОБЪЕКТА В ФОРМЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Порхало В.А., канд. техн. наук, доцент,
Валеева Н.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассматривается способ идентификации печи обжига клинкера с помощью нейронной сети. Выделены значимые управляющие и управляемые параметры. В качестве типа сети была выбрана LSTM сеть. Обучение проводится в среде MATLAB, библиотека Deep Learning.

Ключевые слова: идентификация, нейронная сеть, печь обжига.

В настоящее время в России производство цементного клинкера в основном осуществляется во вращающихся обжиговых печах, работающих по «мокрому» способу производства. Процесс обжига является самым энергоемким при производстве цемента, на который приходится около 80% от общих энергозатрат. Поэтому исследование и оптимизация процесса обжига является актуальной задачей.

Создание автоматической системы управления печью обжига с использованием инженерных методов автоматизации затрудняется тем, что процессы в печи являются достаточно сложными с точки зрения математического описания [1], поэтому для разработки системы управления требуется применение научных методов.

Обжиг клинкера на заводах по производству цемента производится во вращающихся печах. Печь обжига представляет собой футерованный изнутри стальной барабан. Печь устанавливается под углом 3-4° к горизонту и вращается вокруг своей оси со скоростью 0,6–1,5 мин в зависимости от диаметра и производительности печи [2].

В процессе работы печи используется принцип противотока. С холодного конца печи подается шлам, а со стороны горячего конца печи подается топливно-воздушная смесь, при горении которой образуется факел. При сгорании топлива образуются горячие газы, которые двигаются навстречу материалу и нагревают его. Материал находится в печи 2–4 часа, в зависимости от угла наклона и скорости вращения [3].

Движущиеся в печи горячие газы нагревают поверхность материала, а также поверхность печи, то есть футеровку. Футеровка передает тепло закрытой поверхности материала через непосредственный контакт, а открытой поверхности посредством

лучеиспускания. Сырьевая смесь получает теплоту либо когда находится на поверхности слоя материала, либо когда происходит соприкосновение с футеровкой. Температура футеровки в каждом секторе печи все время меняется: при нахождении в нижней части траектории вращения печи происходит контакт с материалом и температура снижается, а при нахождении в верхней части траектории вращения происходит контакт с горячими газами и температура футеровки повышается. Данное свойство характеризует сложность установки приборов для непосредственного измерения температуры внутри печи, поскольку происходит постоянное вращение печи и пересыпание материала.

Рассматриваемая цементная печь для мокрого способа производства имеет протяженность 60-120 м, схема автоматизации такой печи содержит от двадцати до тридцати технологических параметров.

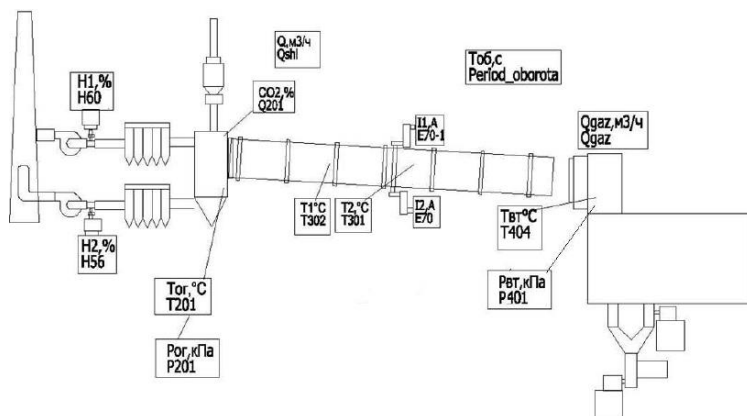


Рисунок 1 - Схема печи обжига с указанием технологических параметров

Для построения математической модели из всей массы переменных необходимо выделить значимые, управляемые переменные, которые характеризуют состояние процесса обжига, и управляющие переменные, изменяя которые оператор печи управляет технологическим процессом. Были выбраны следующие измеряемые и управляемые переменные:

Таблица 1 - Значимые параметры печи обжига

Сигналы печи	Расшифровка обозначений
$Q_{газ}$	Количество природного газа (топлива), подаваемого в печь
H_1, H_2	Положение шиберов дымососов
$T_{ог}, P_{ог}$	Температура и давление отходящих газов
CO_2	Концентрация углекислого газа в отходящих газах
T_1, T_2	Температура материала в зоне подогрева и кальцинирования
$I_{нагр}$	Нагрузка на главном приводе печи
$T_{вт}$	Температура и давление вторичного воздуха
$Q_{шл}$	Количество подаваемого шлама
$t_{об}$	Время оборота печи

Модель печи можно представить в виде многосвязного объекта.

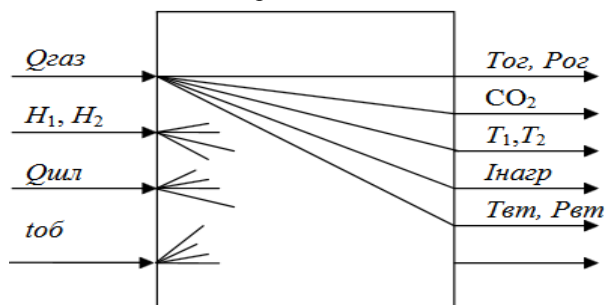


Рисунок 2 - Представление печи как модели многосвязного объекта

Для получения модели печи была обучена нейронная сеть. В качестве типа сети была выбрана LSTM-сеть, которая позволяет обеспечить высокую точность моделирования за счет возможности использования данных из предыдущих итераций.

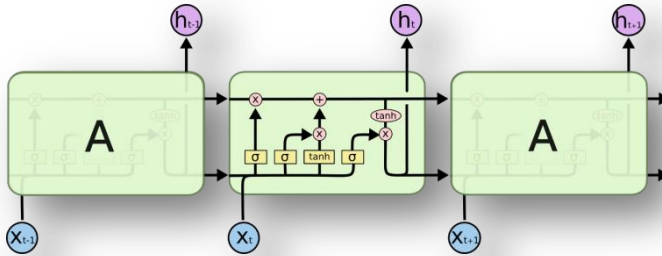


Рисунок 3 - Структура LSTM-сети

Для обучения сети была выбрана среда моделирования MATLAB, библиотека Deep Learning [4, 5].

Для создания слоев сети используется функция layers:

```
layers = [ ...
    sequenceInputLayer(featureDimension)
    lstmLayer(numHiddenUnits,'OutputMode','sequence')
    fullyConnectedLayer(50)
    dropoutLayer(0.5)
    fullyConnectedLayer(numResponses)
    regressionLayer];
```

где `sequenceInputLayer` является входным слоем последовательности, который вводит данные последовательности в сеть; `lstmLayer` –слой LSTM, который обучается на долгосрочных зависимостях между шагами в последовательности данных; `fullyConnectedLayer` – слой, умножающий входные данные на весовую матрицу, а затем добавляющий вектор смещения; `regressionLayer` создает регрессионный выходной слой.

Для обучения сети используется функция `trainNetwork`:

```
net = trainNetwork(Input,Output,layers,options);
```

Для предсказания зависимого параметра используется функция `predict`:

```
T201_Pred = predict(net,Qgaz_mas,'MiniBatchSize',1);
```

Для тестирования сети, прежде чем обучать её на массивах данных печи, было решено проверить сеть на аperiодическом звене.

В качестве входных сигналов были использованы ступенчатый сигнал и белый шум.

Ниже представлены графики выхода обученной сети при подаче на вход ступенчатого сигнала и белого шума.

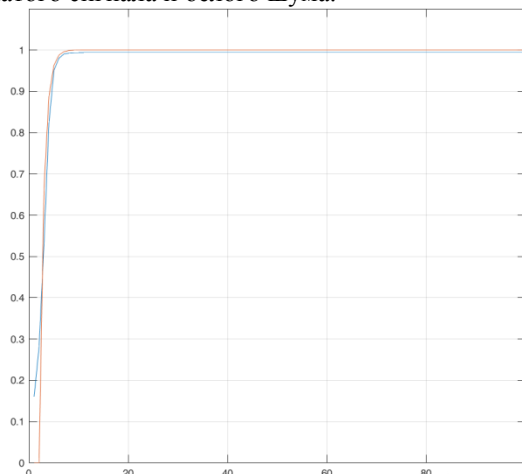


Рисунок 4 - График выхода обученной сети при подаче ступенчатого сигнала

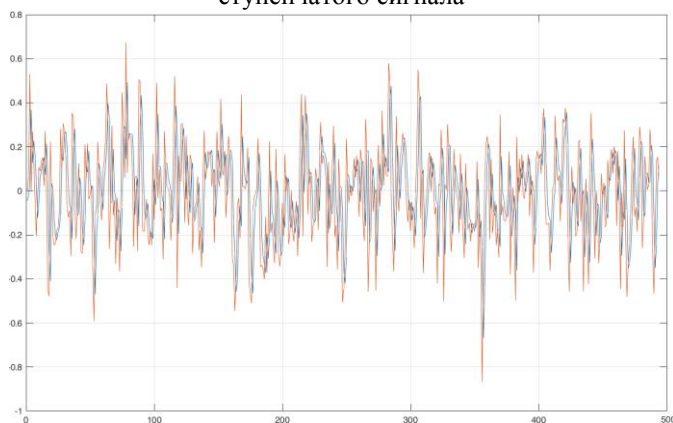


Рисунок 5 - График выхода обученной сети при подаче белого шума в сравнении с истинными значениями выхода объекта в форме аperiodического звена

Таким образом, можно сделать вывод, что на качество обучения влияют такие параметры сети, как количество слоев, эпох, итераций, а так же количество элементов в массивах данных, используемых для

обучения. По результатам обучения видно, что LSTM сети позволяют качественно идентифицировать динамические объекты и могут применяться для идентификации сложных многосвязных объектов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках проекта Госзадание №2.1396.2017/4.6.

Список литературы:

1. Рубанов В.Г., Порхало В.А. Управление качеством обжига с применением современных средств автоматизации // Цемент. Известь. Гипс (специальный выпуск). 2009. №4. С.141-144.
2. Классен В.К. Обжиг цементного клинкера. Красноярск: Стройиздат, 1994. 322 с.
3. Ходоров Е.И. Печи цементной промышленности. Л.: Стройиздат, 1968. 456 с.
4. Fukushima K. Artificial Vision by Multi-Layered Neural Networks: Neocognitron and its Advances. Neural Networks. 2013. vol. 37. pp. 103–119. DOI: 1016/j.neunet.2012.09.016.
5. Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Вычислительная математика и информатика. 2017. Т.6, №3. С.28-59.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПО ЗАДАННОЙ КонтРАСТНОЙ ЛИНИИ

Рыбин И.А., ст. преподаватель,
Вакуленко И.Р., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается система управления движением мобильного робота по заданной траектории в виде контрастной линии. Была проанализирована работа таких средств автоматизации как фоточувствительная линейка TSL1401, драйвер L298N и разработан алгоритм получения информации и компенсации бокового отклонения при движении робота по трассе.

Ключевые слова: мобильный робот, боковое отклонение, фоточувствительная линейка TSL1401.

В современное время активно развивается робототехника, как для прикладного использования, так и в научных проектах. Роботы играют огромную роль в таких сферах человеческой жизни как медицина, военное дело, сфера обслуживания. Основной целью робототехники является разработка такого автоматизированного механизма, который сможет выполнять поставленные задачи без участия человека. Одной из областей применения мобильных роботов является транспортировка продукции в складских помещениях.

Система навигации автоматически управляемого транспортного средства позволяет исключить человеческий фактор, сократить штат обслуживания складских помещений и уменьшить вероятность ошибки. Однако при разработке системы управления движением мобильного робота возникает несколько задач: планирование траектории движения робота, нахождение кратчайшего пути движения [1], определение бокового отклонения от заданной трассы, остановка в заданной точке.

Данная работа посвящена разработке системы управления боковым отклонением мобильного четырехколесного робота с двумя ведущими и двумя опорными колесами, расположенными по ромбовидной схеме [2], движущегося вдоль проложенной трассы в виде контрастной черной линии на светлой поверхности движения. Маневрирование робота осуществляется за счёт изменения скоростей вращения каждого из двигателей постоянного тока, приводящих в движение ведущие колеса.

В качестве датчика бокового отклонения от трассы выбрана фоточувствительная линейка TSL1401, сигналы с которой передаются устройству управления — микроконтроллеру STM32_F4VE V2.1. По информации, полученной с фоточувствительной линейки, микроконтроллер рассчитывает значение отклонения, на основании которого формирует управляющие напряжения для каждого из двигателей ведущих колес ДПМ-25-Н1-02 в форме ШИМ-импульсов, подаваемых посредством усилительно-преобразовательного элемента — модуля драйвера двигателей L298N (рис. 1).

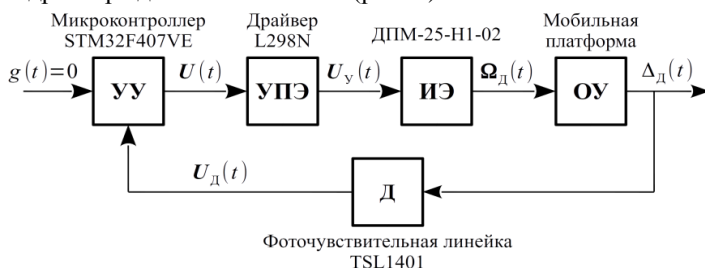


Рисунок 1 - Функциональная схема системы управления мобильным роботом

Используемый фоточувствительный датчик состоит из 128 фотодиодов, расположенных в виде линейной матрицы. Энергия света, падающая на каждый фотодиод, генерирует фототок, который интегрируется соответствующей схемой активной интеграции, вследствие чего сигналы датчика будут зависеть от времени экспозиции. Для запуска измерения на вход датчика SI подаётся импульс, а затем на вход CLK — синхроимпульс. Экспозиция будет продолжаться до следующего импульса на SI. Выходное напряжение генерируется на контакте АО и является аналоговым сигналом, пропорциональным интенсивности света, воспринимаемого отдельным фотодиодом. В результате циклического опроса выхода АО датчика получается сигнал в виде массива из 128 значений напряжений с каждого фотодиода. Подсоединив к датчику осциллограф, можно получить визуализацию его выходного сигнала. На рис. 2 получен сигнал с датчика при боковом отклонении мобильного робота вправо от трассы. Видно, что полученные значения сигналов на фотодиодах слева имеют низкий уровень напряжения, что соответствует их расположению над черной полосой трассы, а фотодиодов справа –

высокий уровень в виду их нахождения над более светлой поверхностью движения.

Драйвер L298N позволяет одновременно управлять скоростью вращения двух двигателей с помощью двух ШИМ-сигналов подаваемых раздельно на входы ENA, ENB. Схема драйвера имеет два дискретных входа IN1, IN2 для управления направлением вращения одного двигателя и два дискретных входа IN3, IN4 — для другого двигателя.



Рисунок 2 - Выходной сигнал при отклонении вправо от линии

Причем одинаковые значения на управляющих входах запрещают подачу ШИМ-сигнала на соответствующий двигатель, а при разных значениях в зависимости от того на какой вход подается сигнал логической единицы меняется клемма двигателя, на который подается ШИМ-сигнал, что обеспечивает реверсивность режима его работы.

Таким образом, системы управления боковым отклонением мобильного четырехколесного робота будет состоять из электрических элементов, соединенных между собой как представлено на рис. 3.

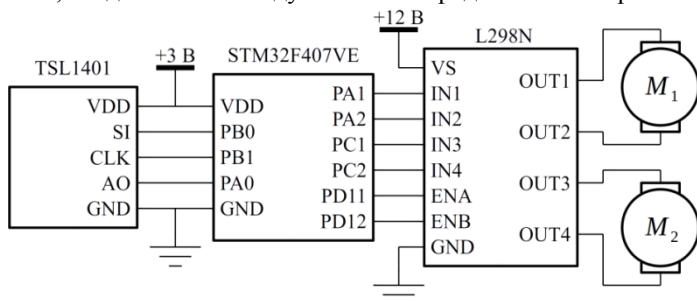


Рисунок 3 - Схема электрических соединений элементов системы управления

Общий алгоритм преобразования информации о боковом отклонении мобильного робота выглядит следующим образом. Управляющий микроконтроллер в процессе движения непрерывно опрашивает датчик. В случае любого смещения робота относительно заданной линии показания датчика изменяются. Значения, полученные от фотодиодов, располагающихся над черной линией,

отличаются от тех, которые были получены от фотодиодов, находящихся над светлой поверхностью движения.

На первом этапе определяются границы трассы по значительной разности между сигналами двух соседних фотодиодов и её центр. Так как датчик имеет на выходе 128 значений, то смещение центра трассы относительно положения 64-го фотодиода будет соответствовать величине бокового отклонения мобильного робота.

При движении без отклонения на каждый из двигателей подаётся ШИМ-сигнал, соответствующий 50 % мощности двигателей. При наличии отклонения в зависимости от направления бокового смещения один из ШИМ-сигналов увеличивается, а другой — уменьшается на одинаковую величину. Относительное значение изменения ШИМ-сигналов равно значению смещения в процентах от максимально допустимого бокового отклонения.

В результате была разработана система для определения бокового отклонения мобильного робота, движущегося по трассе, заданной в виде контрастной линии. Выявлены преимущества использования фоточувствительной линейки в качестве датчика: регулирует изменение поступающего светового потока в рабочей области, отсутствие обратного воздействия на объект контроля — бесконтактность. Описан алгоритм формирования ШИМ-импульсов для управления двигателями ведущих колёс мобильного робота в зависимости от бокового отклонения.

Список литературы:

1. Вакуленко И.Р., Бушуев Д.А. Построение кратчайшего пути на складе для автоматически управляемого транспортного средства. 2018. С.20-25.
2. Рыбин И.А., Рубанов В.Г. Математическая модель системы управления мобильного транспортного средства // Мехатроника, автоматизация, управление. 2017. №5. С.333-339.
3. Рубанов В.Г., Кижук А.С. Мобильные микропроцессорные системы автоматизации транспортно-складских операций. Мобильные робототехнические системы. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 289 с.
4. Подлесный Н.И., Рубанов В.Г. Элементы систем автоматического управления и контроля. К.: Выща шк., 1991. 461 с.
5. Добринский Е.П., Бушуев Д.А., Магергут В.З., Бажанов А.Г. Разработка автоматизированной транспортно-складской системы с групповым управлением робокаров // Экстремальная робототехника – робототехника для работы в условиях опасной окружающей среды: сб. трудов VII Междунар. симпозиума, 2013. С.410-418.

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОЙ КОЛЕСНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Рыбин И.А., ст. преподаватель,
Маньшин И.М., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос разработки автономной аппаратной платформы на основе микрокомпьютера Raspberry Pi. Предложен алгоритм движения мобильного робота по контрастно заданной трассе.

Ключевые слова: автономная платформа, движение по контрастной линии, алгоритм движения.

Одной из наиболее быстро развивающейся области робототехники является мобильная робототехника. Особый интерес проявляется к автономным транспортным средствам, предназначенным для решения таких задач, как патрулирование территории, оценка экологического состояния и других [1]. Автономным транспортом, в свою очередь, являются такие виды транспорта, управление которыми осуществляет автономная система управления, при разработке которой от специалиста требуются знания и навыки в разных областях.

Чтобы помочь учащимся освоить различные аспекты разработки систем управления мобильных роботов, был создан макет мобильной платформы с двумя ведущими и двумя опорными колесами, расположенными по ромбовидной схеме. Поставленной задачей перед автономным аппаратом было движение по контрастно заданной трассе.

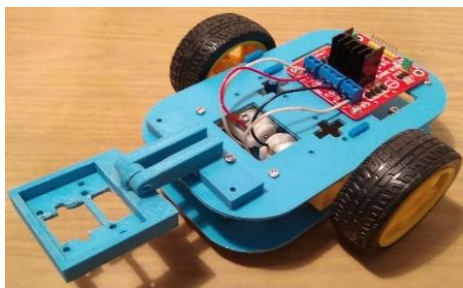


Рисунок 1 - Мобильная колесная платформа

Аппаратная платформа представляет собой две пластины размером $100 \times 160 \times 3$ мм (рис. 1). В качестве движителей используются два колеса диаметром 75 мм, расположенных на расстоянии $T=100$ мм, независимо приводимых в движение электрическими мотор-редукторами напряжением 12 В. Для определения положения платформы относительно трассы используется фоточувствительная линейка TSL1401 [2]. Измерения скоростей вращения колес осуществляется с помощью инкрементальных энкодеров.

Микрокомпьютер Raspberry Pi V+ в связке с микроконтроллером Arduino Uno осуществляет управление платформой. Для управления работой двигателей предназначен силовой модуль расширения. Операционной системой бортового компьютера является Raspbian. Микроконтроллер управляется специализированным ПО, принимающим информацию от всех датчиков платформы и передающим ее на бортовой компьютер. Кроме того, ПО микроконтроллера принимает команды от микрокомпьютера и управляет работой ведущих двигателей в соответствии с этими командами.

Оборудования платформы обеспечивается питанием от литий-ионных аккумуляторов напряжением 3,7 В, номинальной емкостью 2 А·ч. Структура такой системы представлена на рисунке 2.

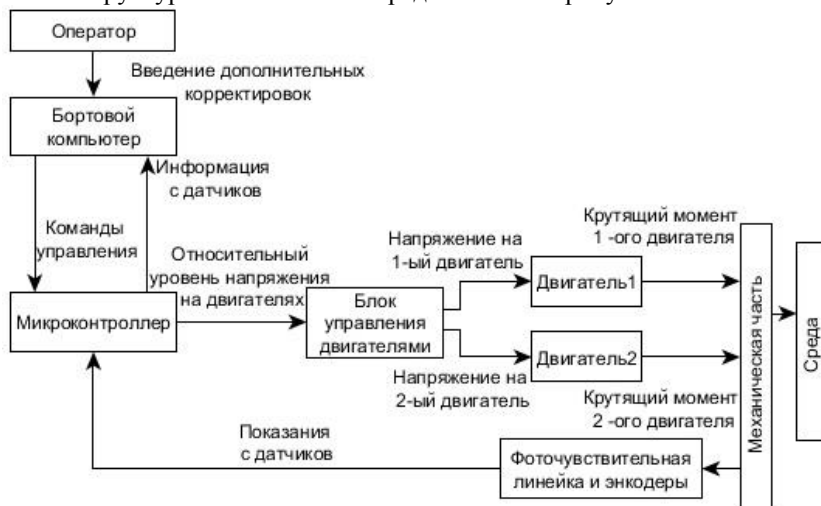


Рисунок 2 - Структура системы

Основной частью системы является программный комплекс, включающий в себя сервер обработки данных, поступающих с датчиков и алгоритма, оценивающего информацию от сенсоров и формирующий сигналы управления перемещением платформы. Функционирование системы управления платформой можно представить в виде следующих шагов [3-5]:

1. Получение данных с фоточувствительной линейки и энкодеров.
2. Локализация мобильного робота относительно трассы.
3. Формирование команд управления мобильной платформой.

Определение положения робота относительно трассы происходит с помощью датчика TSL1401. Это линейка из 128 фоточувствительных сенсоров, в виде законченного модуля с объективом. Преимущество датчика по сравнению с видеокамерой заключается в том, что методы машинного зрения требуют большое количество вычислительных ресурсов [2].

Проведя один из экспериментов и построив график зависимости значения на выходе сенсора от его номера (рис. 3), зададим уровень L , результат сравнения сигнала с которым будет определять, располагается сенсор над контрастной линией или нет. Определяя номера сенсоров, находящихся на границе (прямые A и B) трассы, заданной в виде полосы, можно определить центр линии трассы (C_{line}), смещение которого относительно положения центрального сенсора (C_{64}) определяет отклонение d мобильной платформы от трассы.

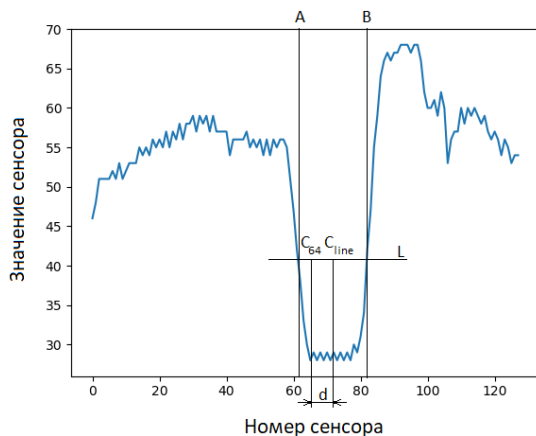


Рисунок 3 - График полученных с датчика значений

Алгоритм движения робота по контрастной линии (рис. 4) можно разбить на два этапа:

1. Определение ориентации датчика относительно центра линии.
2. Формирование необходимых угловых скоростей на каждом из двигателей.

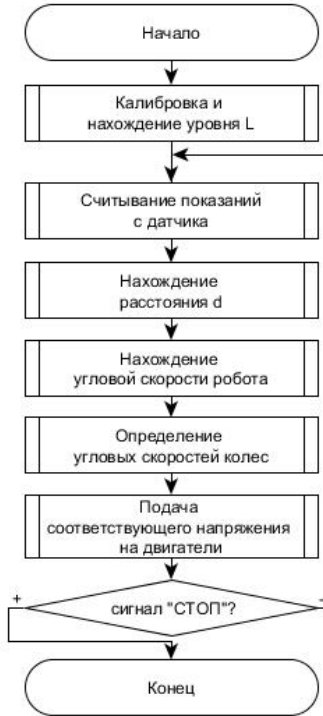


Рисунок 4 - Блок-схема алгоритма движения робота по контрастной линии

К первому этапу относятся определение уровня L путем начальной калибровки и нахождение величины отклонения d . Далее, зная d , можно найти угловую скорость мобильного робота $\omega = \omega_{\max} \cdot d/64$, где 64 – количество сенсоров в обеих сторон от $C64$, отношение $d/64$ – величина процента от максимально возможного расстояния. Располагая еще продольной скоростью V , радиусом колеса r и расстоянием между колесами T находится угловые скорости каждого из колес:

$$\omega_R = \frac{1}{r} \left(v + \frac{\omega \cdot T}{2} \right),$$

$$\omega_L = \frac{1}{r} \left(v - \frac{\omega \cdot T}{2} \right).$$

В соответствии с этим определяется и уровень напряжения, подаваемого на двигатель.

Недостатком такого алгоритма является использование контрастной линии без ветвлений.

Работа выполнена в рамках государственного задания РФ 2.1396.2017/ПЧ «Разработка методов обеспечения живучести интеллектуальных бортовых систем управления беспилотных транспортных средств».

Разработанная подвижная платформа позволяет проводить широкий спектр исследований и опытно-конструкторских работ, а также для обучения студентов соответствующих направлений. Перспективным направлением развития будет модернизация алгоритма, который будет осуществлять соответствующую реакцию на определенный шаблон перекрестка, и разработка программного комплекса для ПК, предназначенного для передачи данных о состоянии мобильного робота оператору.

Список литературы:

1. Зотин А.Г., Саяпин А.В. Учебная распределенная система управления мобильной колесной платформой с использованием видео- и сенсорной информации // Программные продукты и системы. 2016. №113. С.146-151.
2. Фоточувствительная линейка TSL1401 // Robotclass. URL: <http://robotclass.ru/articles/line-sensor-tsl1401/> (дата обращения: 30.03.2019).
3. Рубанов В.Г., Кижук А.С. Мобильные микропроцессорные системы автоматизации транспортно-складских операций. Мобильные робототехнические системы: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 288 с.
4. Власов С.М., Бойков В.И., Быстров С.В., Григорьев В.В. Бесконтактные средства локальной ориентации роботов. СПб.: Университет ИТМО, 2017. 169 с.
5. Юревич Е.И. Основы робототехники. 2-е изд. СПб.: БХВ-Петербург, 2005. 416 с.

МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ДИСЦИПЛИНЫ АВТОМАТИЗАЦИЯ

**Сельская И.В., канд. хим. наук, доцент,
Саливон Ю.И., ст. преподаватель**
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В обучении используются мультимедийные технологии, спектр которых заметно расширился: от создания обучающих программ до разработки целостной концепции построения образовательных программ. Преподавания дисциплины «Автоматизация» является приобретение комплекса специальных знаний и умений, необходимых для организации высокоэффективных автоматизированных производственных процессов в строительстве. Создан и введен в учебный процесс учебный лабораторный «КОМПЛЕКС» для моделирования технологических процессов в строительстве и выполнения прикладных исследовательских работ.

Ключевые слова: автоматизация, интерактивные и мультимедийные технологии, учебный процесс, «КОМПЛЕКС», управляющие и исполнительные устройства.

Стремительно развивающиеся информационно-коммуникационные технологии требуют от современного вуза внедрения новых подходов к обучению, обеспечивающих развитие коммуникативных, творческих и профессиональных знаний, потребностей в самообразовании. Внедрение таких технологий в учебный процесс переходит на новый этап – внедрение новых мультимедийных учебных материалов [1,2]. В настоящее время создано большое количество разнообразных информационных ресурсов, которые существенно повысили качество учебной и научной деятельности [1,2]. Все чаще в обучении используются мультимедийные технологии, спектр которых заметно расширился: от создания обучающих программ до разработки целостной концепции построения образовательных программ в области мультимедиа, формирования новых средств обучения [2]. Это позволяет сделать программный продукт информационно насыщенным и удобным для восприятия, стать мощным дидактическим инструментом, благодаря своей способности одновременного воздействия на различные каналы восприятия информации [3].

Согласно последним нормативным документам Министерства образования и науки ДНР программа дисциплин, преподаваемых в академии должна быть согласована с новыми нормативными стандартами, учитывать последние достижения в науке и технике, учитывать потребности технических специальностей строительного профиля и использовать компетентностные подходы для системы организации учебного процесса.

На кафедре «Автоматизация и электроснабжение в строительстве» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры для студентов направления подготовки – 08.03.01 «Строительство» читается дисциплина «Автоматизация» с разделением на профили подготовки. Для каждого профиля введены такие дисциплины: «Автоматизация производственных процессов в строительстве», «Автоматизация производственных процессов строительных материалов, изделий и конструкций», «Автоматизация производственных процессов в строительстве и эксплуатации автомобильных дорог», «Автоматизация систем ВВ», «Автоматизация систем ТГВ», «Автоматизация систем ГСХ (проект «Умный дом»)».

Согласно изложенному, данная работа является в настоящее время актуальной, так как новые введенные дисциплины с учетом новых нормативных стандартов, с использованием компетентностных подходов [4] и с применением интерактивных и мультимедийных технологий требуют детального и серьезного подхода в процессе преподавания.

Автоматизация производственных процессов есть совокупность мероприятий по разработке технологических процессов, созданию и внедрению высокопроизводительных автоматически действующих средств производства, обеспечивающих непрерывный рост производительности труда. Автоматизация способствует значительному повышению производительности труда, улучшению качества продукции и условий труда людей. Автоматизация – это комплексная конструкторско-технологическая задача создания принципиально новой техники на базе прогрессивных технологических процессов обработки, контроля, сборки.

Целью преподавания этой дисциплины является расширение мировоззрения студентов и приобретение комплекса специальных знаний и умений, необходимых для организации высокоэффективных автоматизированных производственных процессов в строительстве. Преподавание дисциплины автоматизация, должно обязательно соответствовать двум следующим требованиям: во-первых, курс

автоматизация должен быть изложен последовательно и гармонично, чтобы предоставить студенту четкое представление об автоматизации, как о современной науке. Во-вторых, курс автоматизация для инженерно-строительных специальностей должен быть четко ориентирован именно на нужды инженера-строителя той или иной профессии. Формирование у студентов научного мировоззрения и современного научного мышления. Учет особенностей различных специальностей при преподавании курса автоматизация надо проводить также путем рассмотрения на лекциях примеров практического использования процесса автоматизации в соответствующих отраслях строительства.

В процессе изучения дисциплины «Автоматизация» студент должен:

1. Усвоить знания по общим закономерностям и тенденции развития современного автоматизированного производства.

2. Знать основы построения, методы расчета технологических процессов автоматизированного производства, принципы проектирования автоматизированных станочных систем, цехов, предприятий.

3. Уметь оценивать уровень автоматизации производства.

4. Разрабатывать и организовывать оптимальные технологические процессы для условий автоматизированного производства.

5. Управлять производственными процессами с применением современных средств автоматизации и вычислительной техники.

6. Пользоваться новыми методами автоматического контроля производственных процессов и качества выпускаемой продукции.

7. Применять работы и манипуляторы для повышения эффективности производства.

Введение новых дисциплин требует создание новой лабораторной базы на основе компьютерных технологий.

На кафедре «Автоматизация и электроснабжение в строительстве» создан и введен в учебный процесс учебный лабораторный «КОМПЛЕКС» для моделирования технологических процессов в строительстве и выполнения прикладных исследовательских работ в области материаловедения и эксплуатации конструкций и сооружений.

«КОМПЛЕКС» позволяет создавать действующие автоматизированные системы по следующим направлениям: производство строительных материалов; испытание строительных конструкций на прочность; решение задач термодинамики при испытаниях материалов на теплопроводность; изучение акустических

характеристик и звукоизолирующих свойств ограждающих конструкций и поверхностей; исследование влияния метеорологических факторов и приземных атмосферных явлений на надежность эксплуатации сооружений, имеющих сложную пространственную геометрию; исследование вибрационных свойств объектов, амплитудно-частотный анализ резонансных явлений.

«КОМПЛЕКС» содержит ряд задающих, управляющих и исполнительных устройств:

- тестовый генератор теплового потока регулируемой производительности;

- источник воздушного потока на базе двигателя постоянного тока с двухконтурной системой регулирования методами фазоимпульсного и широтноимпульсного управления;

- высоколинейный акустический излучатель с повышенным уровнем звукового давления;

- вибромашину для низкого и инфранизкого диапазона гармонических колебаний и ударных воздействий.

Комплект измерительной аппаратуры базируется на линейке приборов фирмы «ОВЕН». При этом в структуре «КОМПЛЕКСА» можно выделить ряд подсистем:

- измерительно- регулирующую, выполняющую функции первичной обработки сигналов датчиков и подготовки управляющих воздействий;

- тензометрическую для проведения специальных измерений с помощью датчиков усилий, деформаций и тензодинамометров;

- индикационно- управляющую для выдачи управляющих воздействий по протоколу и индикации их текущих значений;

- силовую для регулирования числа оборотов двигателей постоянного тока и асинхронных двигателей;

- прецизионные электронные весы;

- интерфейсную для коммутирования информационных потоков.

Программно технологические проекты создаются с помощью следующих SCADA-систем: «OWEN PROCESS MANAGER» (OPM), «MASTER SCADA» (MS) фирмы «ИнСАТ» и цифрового спектрального акустического анализатора «SpektraLAB». При этом с помощью OPM и MS реализуются как измерительно- управляющие функции, так и экспертно- предупредительная сигнализация о внепредельных и аварийных ситуациях. Программа «SpektraLAB» позволяет регистрировать и анализировать спектры как гармонических, так и

ударных воздействий и интерпретировать их в виде таблиц, графиков и спектрограмм.

«КОМПЛЕКС» построен по функционально блочному принципу агрегатирования программно технических средств, допускающему несложные способы его адаптации к конкретному набору решаемых задач и оперативное конфигурирование технологических проектов.

Открытая архитектура позволяет наращивать возможности «КОМПЛЕКСА» в соответствии с требованиями решаемых задач. Создание технологических проектов при таком подходе сводится к формализации и алгоритмизации процесса с последующим конфигурированием требуемой структуры с помощью специализированных программных модулей.

Использование средств наглядности при использовании современных педагогических технологий позволяет повысить уровень обучения: значительно увеличивается наглядность курса, при этом решается вопрос с созданием, дополнением, расширением материальной базы наглядности [3,5]. Появление интерактивных средств обучения обеспечивает такие новые формы учебной деятельности, как регистрация, сбор, накопление, хранение, обработка информации об изучаемых объектах, явлениях, процессах, передача достаточно больших объемов информации, представленных в различной форме, управление отображением на экране моделями различных объектов, явлений и процессов [3,5]. Наглядные материалы должны отвечать общедидактическим, эргономическим и методическим требованиям, от соблюдения которых может зависеть скорость восприятия учебной информации, ее понимание, усвоение и закрепление полученных знаний. Наглядность средств обучения в преподавании дисциплины автоматизация играет важную роль в формировании информационно-интегрированной образовательной среды и решает целый комплекс современных дидактических, методических, психологических вопросов.

Список литературы:

1. Захарова И.Г. Информационные технологии в образовании: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений: 6-е изд., стер. / М.: Издательский центр «Академия», 2010. 192 с.
2. Сумина Г.А., Ушакова Н.Ю. Использование мультимедийных технологий в учебном процессе ВУЗа // Успехи современного естествознания. 2007. №5. С.76-78.
3. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие

- для студ. высш. учеб. заведений: 3-е изд., стер. / М.: Издательский центр «Академия», 2010. 368 с.
4. Никитина Т.В. Компетентностный подход как методологическая основа высшего образования // Вестник Кемеровского Государственного университета. 2015. No 2 (62). Т. 3. С.88-91.
 5. Панина Т.С. Современные способы активизации обучения: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.: Издательский центр «Академия», 2012. 176с.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ВИБРАЦИОННОГО ПРИВОДА МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

Семернин А.Н., канд. техн. наук, доцент,

Аверкин Н.С., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассмотрен подход к разработке виброимпульсного привода транспортного средства; приведены общие свойства вибрационных машин, рассмотрены конструкции дебалансных вибраторов; рассмотрена методика получения линейной модели вибрационной машины с дебалансным вибратором направленного действия; указаны параметры, влияющие на амплитуду колебаний вибрационной машины; представлен вариант конструкции машины с виброимпульсным приводом и рассмотрены особенности его работы.

Ключевые слова: вибрационная машина, дебалансный вибратор, амплитудно – частотная характеристика, виброимпульсный привод.

Как правило, процессы, связанные с колебаниями приводят к авариям механического оборудования, разрушению строительных конструкций и рассматриваются как негативный фактор, с которым необходимо бороться в технике. Однако в XX веке получило интенсивное развитие новое научное направление – вибрационная механика, которая применяется при разработке вибрационной техники. Высокоэффективные технологические машины находят широкое применение в различных отраслях промышленности [1]. Проблемы проектирования подобных машин связаны с нелинейными процессами, возникающими при их работе, в результате комбинации нескольких накладывающихся друг на друга факторов. Большой вклад в развитие вибрационной механики внёс академик П.Л. Капица, опубликовавший в 50 – х годах XX века работы “ ... о динамической устойчивости перевернутого маятника с вибрирующей осью подвеса” [2].

Принцип работы вибрационных машин основан на создании в них вынужденных колебаний, которые создаются вибраторами различной конструкции. С помощью таких машин происходит измельчение и дробление, транспортировка, перемешивание различных материалов, уплотнение бетонной смеси. Несмотря на разнообразие в конструкциях вибрационных машин, они имеют общие свойства:

1. Вибрационная машина представляет собой колебательную систему, состоящую из дебалансного вибратора и колеблющейся массы.

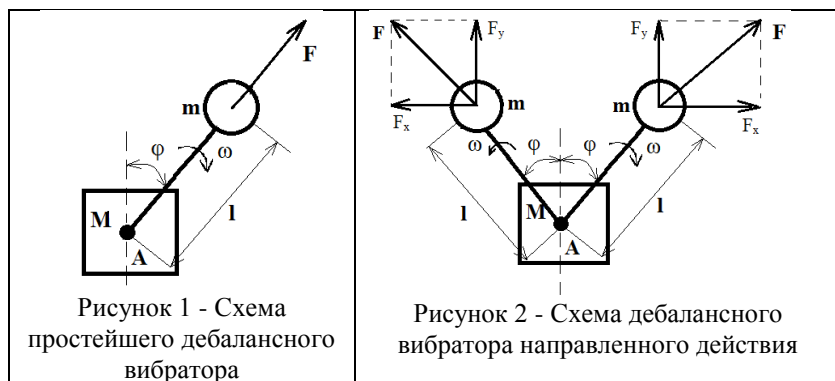
2. Рабочий процесс в вибромашине зависит от суммарного эффекта повторяющихся циклов, причем эффективность работы машины повышается с увеличением частоты вибраций.

Простейший дебалансный вибратор (рис.1) состоит из неуравновешенной массы m , удаленной от оси вращения A на расстояние l и вращающейся с угловой скоростью ω . Сила инерции дебаланса F вычисляется по формуле (1).

$$F = m \cdot l \cdot \omega^2 \quad (1)$$

Сила инерции дебаланса F , через ось вращения A , передается массе M , представляющей рабочий орган вибромашины.

Конструкция вибратора направленного действия (рис. 2) состоит из 2-х дебалансов, вращающихся с одинаковой скоростью ω в противоположенных направлениях.



Как видно из рис. 2, суммарная сила инерции образуется в результате сложения составляющих F_y центробежных сил.

$$F = 2 \cdot F_y = 2 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot l \cdot \cos\varphi \quad (2)$$

Если выполняется условие $\omega = \omega_1 = \omega_2 = \text{const}$, угол смещения вектора силы относительно вертикальной оси $\varphi = \omega \cdot t$ и формула (2) может быть записана в виде:

$$F = 2 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot l \cdot \cos\omega t \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что суммарная сила инерции изменяется по гармоническому закону.

Траектория движения массы M определяется конструкцией подвески вибромашины, свойствами окружающей среды и механической характеристикой электрического двигателя, вращающего дебаланс массой m . Для анализа динамических свойств вибрационной

машины, необходимо записать математическую модель. Уравнение движения вибрационной машины записывается с учетом:

- возбуждающей силы вибратора;
- восстанавливающих сил, зависящих от конструкции подвески машины;
- силы взаимодействия вибрирующего органа со средой;
- инерционных сил рабочего органа.

Динамическая модель вибрационной машины [3] может быть представлена схемой (рис. 4). Возбуждающая колебания сила F создается дебалансным возбудителем направленного действия. Под действием гармонической силы F в движение приводится масса M , связанная с исполнительным органом машины. С учетом уравнения (3) запишем гармоническую силу в виде:

$$F = A \cdot \cos \omega t \quad (4)$$

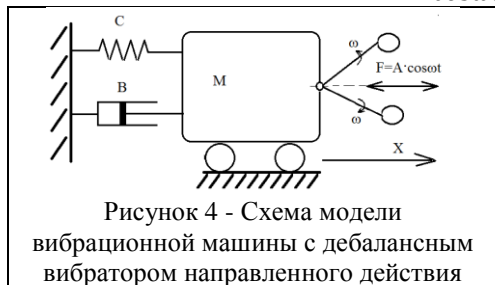


Рисунок 4 - Схема модели вибрационной машины с дебалансным вибратором направленного действия

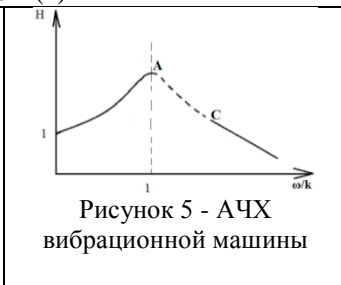


Рисунок 5 - АЧХ вибрационной машины

где $A = 2 \cdot m \cdot \omega^2 \cdot l$ – амплитудное значение возбуждающей силы.

Выразим через x - линейную координату перемещения массы M .

Результирующая сила, действующая на массу M , равна разности приложенной силы F , силы упругости $F_{уп}$ и силы демпфирующего устройства $F_{ду}$.

$$F_{рез} = F - Cx - B \frac{dx}{dt} \quad (5)$$

где C – коэффициент жесткости подвески машины, B – константа демпфирующего устройства.

С учетом того, что сила $F_{рез}$ заставляет массу M двигаться с ускорением a , можно записать

$$F - Cx - B \frac{dx}{dt} = M \frac{d^2x}{dt^2} \quad (6)$$

или

$$M \frac{d^2x}{dt^2} + B \frac{dx}{dt} + Cx = A \cos \omega t \quad (7)$$

Приведем уравнение (7) к виду:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2n \frac{dx}{dt} + k^2x = a \cdot \cos \omega t \quad (8)$$

где $2n=B/M$; $k^2=C/M$; $a=A/M$

Решение дифференциального уравнения (8) с учетом вынужденных колебаний массы M имеет вид:

$$x = \frac{a}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4 \cdot n^2 \cdot \omega^2}} \cdot \cos(\omega t - \delta) = H \cdot \cos(\omega t - \delta) \quad (13)$$

где δ – сдвиг фаз между изменением возбуждающей силы и перемещения массы M .

$$\delta = \arctg \frac{2 \cdot n \cdot \omega}{k^2 - \omega^2} \quad (14)$$

H – амплитуда колебаний массы M .

$$H = \frac{a}{\sqrt{(k^2 - \omega^2)^2 + 4 \cdot n^2 \cdot \omega^2}} \quad (15)$$

Интенсивность работы вибромашины определяется амплитудой колебаний и частотой возбуждающей силы вибратора. Амплитуда колебаний зависит от следующих параметров:

- массы M , приводимой в движение вибромашинной;
- коэффициента жесткости C устройства;
- коэффициента демпфирования B устройства;
- величины амплитуды возбуждающей силы A ;
- угловой скорости вращения ω дебаланса.

Изменяя эти параметры можно управлять движением вибромашины. Амплитудно – частотная характеристика (АЧХ) вибрационной машины имеет вид (рис. 5). Из характеристики видно, что амплитуда колебаний H зависит от соотношения между k и ω . Энергетически эффективный режим работы вибромашины находится за резонансным участком АЧХ, однако при попытке получить режим колебаний на участке АС в линейной колебательной системе проявляются свойства неустойчивости. Система переходит на режим колебаний в точку А или точку С, что требует дополнительного изучения и описания рассмотренного устройства в виде нелинейной модели. В реальной модели упругая сила подвески и демпфирующая сила – нелинейные, скорость вращения дебалансов может изменяться по заданному закону. В нелинейной модели необходимо учитывать также характеристики двигателя.

Рассмотрим вариант конструкции машины с виброимпульсным приводом (рис. 6). Виброимпульсное транспортное средство состоит из

рамы 4, опирающейся на колёса 2, внутри колёс находятся муфты свободного хода 1. Мобильное средство приводится в движение инерционным само балансным механизмом 5, воздействующим на раму 4 упругими элементами 3. При этом создается продольная сила F воздействующая на колеса 2. Муфты свободного хода установлены так, что позволяют осуществлять движение только в одну сторону. Наличие упругих элементов позволяет увеличить силу F передаваемую на колёса в результате сложения силы вибратора и сжатых пружин во время нахождения колёс в заторможенном состоянии.

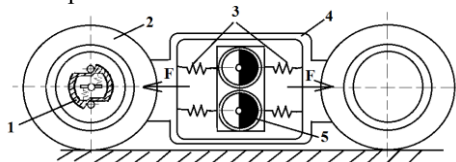


Рисунок 6 - Виброимпульсный привод транспортного средства.

В отличие от “классических” приводов, работа виброимпульсного привода имеет следующие особенности:

- движущая сила приложена не к колёсам транспортного средства, а к его раме;
- инерционный привод создает силу, периодически изменяющую свое направление, поэтому для обеспечения направленного движения транспортного средства необходимо создать асимметрию равнодействующей движущих сил и сил сопротивления;
- энергетически эффективный режим работы вибромашины находится за резонансным участком амплитудно – частотной характеристики.

Список литературы:

1. Гончаревич И.Ф. Вибрация - нестандартный путь: вибрация в природе и технике. М.: Наука, 1986. 209 с.
2. Капица П.Л. Динамическая устойчивость маятника при колеблющейся точке подвеса // Журн. эксперимент. и теор. физики. 1951, № 5. С.588–597.
3. Блехман И.И. Вибрационная механика. М.: Физматлит, 1994. 400 с.

ПЛАСТИФИКАТОР НА ОСНОВЕ РАПСОВОГО МАСЛА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Соловьев В.В., канд. техн. наук, доцент,

Гасанова Н.В., студент,

Волков И.М., студент

Ярославский государственный технический университет

Аннотация. Осуществлено испытание применения в качестве пластификатора в рецептуре протекторной резиновой смеси для зимних нешипуемых шин ряда продуктов, полученных на основе рапсового масла. На основе анализа вулканизационных и вязкоупругих характеристик смесей реализован выбор пластифицирующих агентов для расширенных испытаний.

Ключевые слова: пластификатор, вязкоупругие свойства, вулканизационные характеристики, рапсовое масло, эластомерный композиционный материал.

Одним из путей решения экологических проблем современности является поиск биоразлагаемых альтернативных углеводородных источников сырья для строительных и композиционных материалов. В последнее время эта проблема остро возникла для отечественной шинной и резино-технической промышленности, а именно в области использования экологически чистых пластификаторов, которые должны быть легко совместимы с каучуками общего назначения и биоразлагаемы при утилизации отслуживших свой срок автопокрышек или резино-технических изделий, применяемых в строительстве. Все это обусловлено не только необходимостью снижения загрязнения окружающей природной среды, но и важностью перехода от исчерпаемых сырьевых источников к расширенному использованию возобновляемых ресурсов [1].

Возобновляемость сырьевых ресурсов и относительная дешевизна по сравнению с трудно разлагаемыми, эколого-опасными синтетическими продуктами обуславливают в настоящее время целесообразность расширения работ по применению растительных масел в химии и химической технологии. Высокая стоимость и дефицитность синтетических сложноэфирных пластификаторов (дибутилфталата или дибутилсебагината) при биоразлагаемости близкой к растительным маслам (80-95%) существенно ограничивают их применение. Весьма важен тот факт, что использование

растительных масел и жиров, а также отходов их переработки, возможно не только в производстве практически всех видов пластификаторов, но и при производстве иных ингредиентов резино-технических изделий и композиционных материалов. Все это открывает возможность получения резино-технических изделий и композиционных материалов, произведенных исключительно на продуктах растительного происхождения.

В России данному вопросу должного внимания пока не уделяется по причине преимущественного использования пластификаторов, получаемых на основе продуктов переработки нефти. Однако постепенная интеграция страны в мировое сообщество неизбежно выдвигает вопрос замены токсичного нефтяного сырья на экологически чистые продукты природного происхождения. Это связано с тем, что, в настоящее время за рубежом в законодательном порядке предусматривается использование основных компонентов резино-технических изделий и иных композиционных материалов на базе сырья растительного происхождения с целью охраны окружающей среды.

Мировое производство рапсового масла неуклонно расширяется и достигло в 2014 году более 23 млн. т, из которых порядка 10% используется для технических целей [2].

В Российской Федерации в 2014 году было произведено 1,46 млн.т. рапсовых семян из которых было изготовлено рапсовое масло для внутреннего потребления, а избыток его в количестве 356,5 тыс. тонн был реализован за рубеж [2], так как на сегодняшний день оно пока еще не находит квалифицированного применения в химической технологии России [3].

В настоящей работе рассматривается вопрос о возможности использования части невостребованного рапсового масла в качестве пластификатора резино-технических изделий и иных композиционных материалов, который бы мог обеспечить необходимые пластозластические свойства резиновых смесей и полимеров, а также придавал резинам упруго-гистерезисные и морозостойкие свойства. В этом случае получаемые смеси после процесса вулканизации могут быть рекомендованы для производства протекторных резин используемых в технологии получения зимних нешипуемых (фрикционных) шин [4].

В работе использовалось рапсовое масло 2-го сорта производства компании «АСТОН», вырабатываемое по ГОСТ 8988. Для оценки физико-химических и эксплуатационных свойств исследуемых масел применяли стандартные методы испытаний. Молярную массу (г/моль)

определяли по ГОСТ 25794.3-83. Температуру застывания (°С) определяли по ГОСТ 20287. Плотность при 20 °С (кг/м³) определяли по ГОСТ 3900 и по ГОСТ Р 51069. Кислотное число (мг КОН/г) определяли по ГОСТ 52110-2003. Иодное число (гI₂/100 г) определяли по ГОСТ 5475-69. Температуру вспышки (°С) определяли по ГОСТ 6356. Массовую долю неомыляемых веществ (%) определяли по ГОСТ 5479-64. Массовую долю жирных кислот в безводном продукте (%) определяли по ГОСТ 5479-64. Массовую долю воды (%) определяли по ГОСТ 11812.

Основные физико-химические показатели объекта исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика рапсового масла 2-го сорта производства компании «АСТОН»

Физико-химические показатели рапсового масла								
Молярная масса, г/моль	Температура застывания, °С	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Кислотное число, мг КОН/г	Иодное число, не более гI ₂ /100 г	Температура вспышки, °С	Массовая доля неомыляемых веществ, %, не более	Массовая доля жирных кислот в безводном продукте, %, не менее	Массовая доля воды, %
~886	Минус 15	916	3,5	112	221	2,9	96,3	следы

Анализ данных, приведенных в таблице 1 показывает, что сырое рапсовое масло по низкотемпературным свойствам (температура застывания минус 15, °С) приближается к маслам, которые склонны к процессу кристаллизации при низких температурах [5]. Одновременно с этим масло имеет сравнительно высокое кислотное число (3,5 мг КОН/г) из-за повышенного содержания свободных жирных кислот. Также следует отметить высокий процент неомыляемых веществ (2,6 %). Поэтому, для использования рапсового масла в качестве пластификатора резиновых смесей необходимо придать ему низкотемпературные свойства, определенный запас щелочности, снизив кислотное число и уменьшить содержание неомыляемых веществ,

которые способствуют увеличению температуры застывания.

В настоящей работе для удаления свободных жирных кислот и облагораживания сырого рапсового масла использовался метод щелочной нейтрализации [6]. Сущность его заключается во взаимодействии свободных жирных кислот с водным раствором гидроксида натрия [7]. При этом образуются практически нерастворимые в рапсовом масле мыла, в которые за счет процесса солубилизации переходит часть неомыляемых веществ. В ходе предварительных исследований было установлено, что для обеспечения ускорения протекания реакции и смещения равновесия в сторону образования мыл, количество гидроксида следует брать с некоторым избытком по сравнению с теоретически необходимым количеством для нейтрализации кислот [8,9]. В ходе исследований было показано, что при недостатке гидроксида происходил гидролиз мыла, приводящий к образованию кислых мыл, плохо растворимых в воде.

Нейтрализацию сырого рапсового масла предложено вести в противоточном реакторе непрерывного действия [10,11]. Реактор представляет собой колонну, заполненную насадкой. Реактор снабжен рубашкой для подогрева, а также гидрозатвором для предотвращения попадания воздуха в рабочую зону аппарата. Схема аппарата представлена на рисунке.

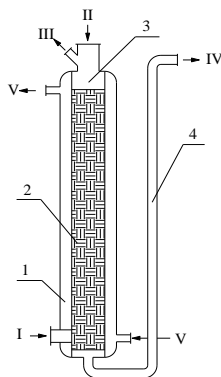


Рисунок – Реактор для проведения нейтрализации

I – сырое рапсовое мало; II – водный раствор щелочи; III – очищенное рапсовое мало; IV – раствор мыла; V – вода для подогрева;
1 – рубашка для подогрева; 2 – керамическая насадка; 3 – сепарационная зона; 4 – гидрозатвор

Сырое рапсовое масло подается в нижнюю часть реактора. В верхнюю часть реактора подается водный раствор щелочи. Двигаясь противотоком, щелочь нейтрализует кислоты, присутствующие в сыром рапсовом масле. При этом образуются растворимые в воде мыла с солюбилизированными неомыляемыми веществами и иными примесями, которые увлекаются в нижнюю часть реактора, а затем выводятся из реактора через гидрозатвор. Нейтрализованное рапсовое масло в диспергированном состоянии распределяется в водно-щелочном растворе и благодаря разности плотностей поднимается вверх и попадет в сепарационную зону, где дополнительно отстаивается и выводится из реактора. При проведении непрерывной нейтрализации важно поддерживать такой режим работы аппарата, чтобы была видна четкая граница раздела фаз. Также необходимо поддерживать границу раздела фаз на постоянном уровне за счет регулирования расхода подаваемых на нейтрализацию реагентов.

При концентрации водного раствора щелочи – 3 %, молярном соотношении эфиры жирных кислот : щелочь – 1 : 1, температуре проведения процесса 40 °С, и заранее заданных объемных скоростях подачи реагентов в нейтрализатор, удалось снизить кислотное число рапсового мала с 3,5 до 1,9 мг КОН/г. Проведение процесса в этих условиях также позволило извлечь из базового рапсового масла почти 40 % неомыляемых веществ, массовая доля которых в масле составила 1,8 % по сравнению с базовым 2,9%. Все это привело к снижению температуры замерзания рапсового масла до минус 23 °С. Таким образом, проведенная обработка базового рапсового масла способствовала улучшению практически всех его физико-химических характеристик, и как следствие, улучшению комплекса свойств (вязкоупругих и вулканизационных характеристиках смесей) в протекторных резинах зимних нешипуемых (фрикционных) шин [3].

В таблице 2 приведены физико-химические показатели рапсового масла после его нейтрализации водным раствором гидроксида натрия. Таблица 2 - Характеристика рапсового масла 2-го сорта производства компании «АСТОН» после его обработки нейтрализации водным раствором гидроксида натрия.

Данный образец был использован автором настоящей работы в дальнейших исследованиях для введения в резиновую смесь протекторного типа на основе комбинации 1,4-*цис*-изопренового и 1,4-*цис*-бутадиенового каучуков в качестве пластификатора. В качестве наполнителей в резиновой смеси использовалась комбинация активного печного техуглерода и кремнекислоты.

Физико-химические показатели рапсового масла								
Молярная масса, г/моль	Температура застывания, °С	Плотность при 20 °С, кг/м ³	Кислое число, мг КОН/г	Иодное число, не более гI ₂ /100 г	Температура вспышки, °С	Массовая доля несомлеяемых веществ, %, не более	Массовая доля жирных кислот в безводном продукте, %, не менее	Массовая доля воды, %
~882	Минус 23	922	1,9	124	220	1,8	97,2	следы

Список литературы:

1. Пояркова Т.Н. Использование отхода производства подсолнечного масла — соапстока для получения эмульгаторов при синтезе латекса / Т.Н. Пояркова, Г.В. Кудрина, Ю.И. Прокофьев, Е.В. Сотникова, Л.А. Корыстина // VIII Межрегиональная научно-практическая конференция: актуальные вопросы экологии. Воронеж: ВГУ, 2009 (24 мая). С.185.
2. Рыжкова С.М. Российский рынок масложировой продукции в условиях конкуренции / С.М. Рыжкова, В.М. Кручинина // Вестник ВГУИТ. 2016. №2. С.314-322.
3. Макаров С.В. Принципы экологии и ресурсосбережения в масложировой промышленности: учеб. пособие / С.В. Макаров, Н.В. Степычева, Т.Е. Никифорова // Иван. гос. хим.-тех. ун-т. Иваново, 2011. 240 с.
4. Волков И.М. Пластификаторы на основе продуктов растительного происхождения для эластомерных композиций / И.М. Волков, В.В. Соловьев, О.Ю. Соловьева // Семьдесят первая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. 18 апреля 2018 г., Ярославль: сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]. Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2018. С.78-82.
5. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества: свойства и применение. Л.: Химия, 1981. 304 с.
6. Плетнев М.Ю. Косметико-гигиенические моющие средства. М.: Химия, 1990. 272 с.
7. Селиванов С.Е. Утилизация отходов соапстоков / С.Е. Селиванов, М.И. Кулик. М.: Дрофа, 2008. 239 с.
8. Плесовских, В.А. Физико-химия и технология производства мыла / В.А. Плесовских, А.А. Безнадежных. М.: Пищепромиздат, 2001. 140 с.

9. Арутюнян Н.С. Рафинация жиров и масел. Теоретические основы, практика, технология, оборудование / Н.С. Арутюнян, Е.П. Корнена, Е.А. Нестеров / СПб.: ГИОРГ, 2004. 288 с.
10. Арутюнян Н.С. Лабораторный практикум по химии жиров. СПб.: ГИОРД, 2004. 264 с.
11. Горелова О.М. Исследование возможности переработки жиросодержащих отходов производства, растительных масел. О.М. Горелова, Н.И. Кравченко / Ползуновский вестник. 2015. №4. Т.1. С.68-72.

МЕТОДЫ УЛУЧШЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ДИЭЛЬКОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сапрыка А.В., д-р техн. наук, профессор,
Сингатулин Р.С., ст. преподаватель
*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

Аннотация. Проанализированы методы улучшения спектральных и динамических характеристик цифровых источников электромагнитных колебаний диэлькометрических систем, предназначенных для исследования биологических объектов в свободном пространстве.

Ключевые слова: спектральные характеристики, динамические характеристики, диэлькометр, биологический объект, источник электромагнитных колебаний.

Основной целью оптимального проектирования источников электромагнитных колебаний (ЭМК) для диэлькометрии биологических объектов является достижение минимального уровня помех в выходном спектре источника ЭМК в режиме синхронизма. Это необходимо обеспечить в условиях, когда в кольце обратной связи одновременно действуют внутренние помехи, возникающие в стабилизируемом автогенераторе, и внешние помехи, в основном, обусловленные комбинационными частотами от генератора эталонных частот. Подавление помех обоих видов можно обеспечить одновременно, однако в абсолютно устойчивой системе ФАП при заданной глубине подавления одних помех существует предел возможного подавления другими [1,2].

Проблема разрешения противоречий между динамическими и спектральными характеристиками систем синтеза частот является самой сложной задачей проектирования источников ЭМК диэлькометрической системы [3-5, 6].

Достижения компромисса между спектральными и динамическими характеристиками достигается различными методами и способами [3-5, 6-7].

Рассмотрим существующие в настоящее время методы улучшения спектральных и динамических характеристик цифровых источников ЭМК.

В [3] предложен метод расширения полосы захвата при сохранении фильтрующей способности источника ЭМК в установившемся режиме за счет предварительной установки генератора, управляемым напряжением (ГУН) вблизи требуемой номинальной частоты, как показано на рис. 1

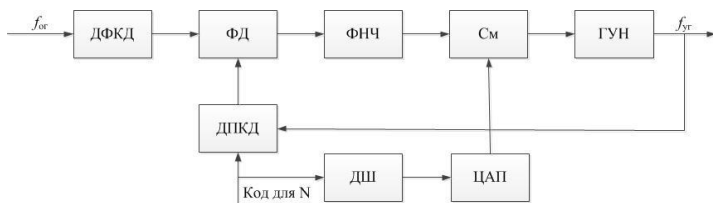


Рисунок 1 - Структурная схема источника ЭМК с предварительной установкой ГУН

В схему источника ЭМК вводится цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) и дешифратор (ДШ). Диапазон перестройки ГУН делится на ряд диапазонов. Предустановка осуществляется путем подачи на второй вход сумматора напряжения подстройки с выхода ЦАП. При использовании фильтра нижних частот (ФНЧ) с большой инерционностью должна быть повышена точность предварительной установки, т.к. полоса захвата при этом резко сужается.

Развитие этого метода в [6] производится за счет введения автоматического выбора управляющих напряжений, как показано на рис. 2

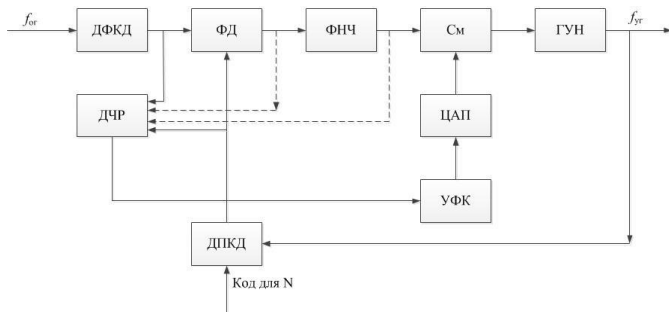


Рисунок 2 - Структурная схема источника ЭМК с устройством поиска

Для определения момента вхождения системы импульсно-фазовой автоматической подстройки частоты (ИФАПЧ) в указанный режим в схему вводится датчик частотного рассогласования (ДЧР). Штриховыми линиями обозначены возможные варианты подключения ДЧР. Для формирования закона изменения напряжения подстройки включается устройство формирования кода (УФК).

Напряжение подстройки можно осуществить, также подавая его на вход ФНЧ. Чтобы это осуществить, необходимо включить сумматор напряжений между фильтром и используемым в качестве дискриминатора ИФД. ФНЧ, в данном случае, выполняет дополнительную фильтрацию, что положительно влияет на спектральные характеристики источника ЭМК [6].

В [4] повышение быстродействия источника ЭМК достигается с помощью систем автоматического поиска частоты (АПЧ), использующий для уменьшения начального частотного рассогласования частотный детектор (рис. 3).



Рисунок 3 - Структурная схема двухкольцевой петли источника ЭМК

В этом случае режим захвата обеспечивается частотным детектором, напряжение на выходе которого падает до 0 сразу же после установления режима захвата по фазе. Далее в действие вступает фазовый дискриминатор и происходит захват частоты ГУН [4,6].

Обе эти функции могут быть совмещены в едином приборе, например, импульсным частотно-фазовым детекторе (ИЧФД).

Нарушение очередности поступления входных импульсов дискриминатора является критерием смены режима работы ИЧФД.

Повышение быстродействия достигается также использованием многокольцевых ИФАПЧ [4,5].

На рис. 4 приведена двухкольцевая схема источника ЭМК.

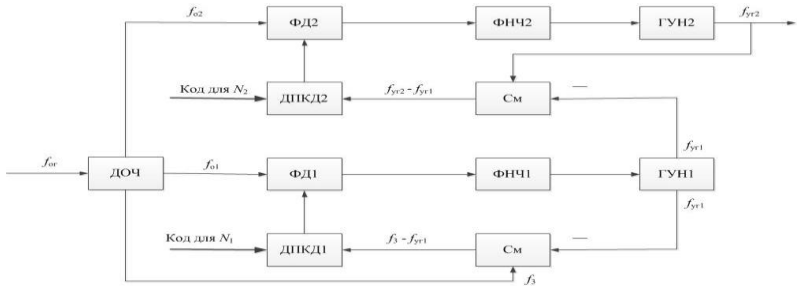


Рисунок 4 - Структурная схема двухкольцевого источника ЭМК

Выходная частота источника ЭМК определяется соотношением [6]

$$f_{УГ2} = f_3 - N_1 f_{01} + N_2 f_{02}$$

где f_{01}, f_{02} – частоты сравнения первого и второго колец ИФАПЧ;

f_3 частота подставки, вырабатываемая датчиком опорных частот (ДОЧ).

Выполнить перестройку $f_{УГ}$ на величину $F_{Ш} = f_{02} - f_{01}$ можно благодаря изменению на единицу N_1 и N_2 . Комбинационные составляющие на выходах смесителей фильтруются кольцом ИФАПЧ при верном выборе частотного режима.

Расширение полосы захвата при сохранении высокой фильтрующей способности источника ЭМК возможно также за счет непосредственного изменения характеристик канала управления кольца ФАПЧ в режиме захвата.

В [3] расширение полосы захвата осуществлено за счет изменения коэффициента усиления петли ФАПЧ. На рис. 5 приведена структурная схема источника ЭМК, в которой для этого в цепь управления ГУН введен регулируемый усилитель постоянного тока (УПТ). Такой же усилитель может быть введен между выходом дискриминатора и входом ФНЧ с целью изменения коэффициента передачи детектора в переходном режиме. Управление коэффициентом усиления УПТ осуществляется при переключении частот источника ЭМК.

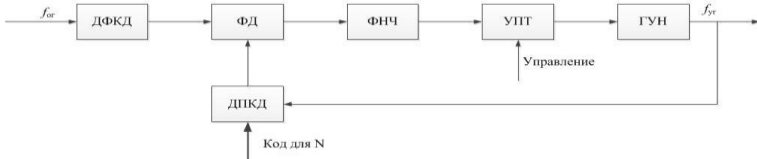


Рисунок 5 - Структурная схема источника ЭМК с изменяемым коэффициентом усиления в цепи управления ГУН

Повышение быстродействия в цифровом источнике ЭМК также достигается за счет включения делителя с дробным коэффициентом деления (ДДПКД) вместо ДПКД [7]. Однако улучшение динамических характеристик источника ЭМК возможно в случае, если приняты меры по снижению так называемых «помех дробности» [7].

В результате проведенного анализа методов улучшения спектральных и динамических характеристик цифровых источников ЭМК диэлькометрических систем можно сделать следующие вывод: существующие методы и способы не обеспечивают в полной мере необходимый компромисс между спектральными и динамическими характеристиками источника ЭМК для высокоточных измерений диэлькометрии биологических объектов.

Список литературы:

1. Сапрыка, А.В. Анализ методов и технических средств для дистанционного измерения диэлектрических параметров в биологических объектах / А.В. Сапрыка, Р.С. Сингагулин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2018. – №1(17). С.59-67.
2. Галин, А. С. Диапазонно-кварцевая стабилизация СВЧ / Галин А. С. – М.: Связь, 1976. – 256 с.
3. Шапиро, Д. Н. Основы теории синтеза частот / Д. Н. Шапиро, А. А. Паин. – М.: Радио и связь, 1981. – 264 с.
4. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации / 2-е издание. Под ред. В. В. Шахгильдяна. – М.: Радио и связь, 1989. – 230 с.
5. Левин, Б. А. Синтезаторы частот с системой импульсно-фазовой автоподстройки / Б. А. Левин, В. Н. Малиновский, С. К. Романов. – М.: Радио и связь, 1989. – 232 с.
6. Шахгильдян, В. В. Системы фазовой автоподстройки с элементами дискретизации / В. В. Шахгильдян, А. А. Ляховкин // – М.: Энергия, 1979. – 224 с.
7. Варфоломеев, Г. Ф. Спектр помех дробности в системе фазовой АПЧ с дробным делителем частоты / Г. Ф. Варфоломеев // Техника средств связи. Сер. ТРС. – 1978. – Вып. 10. – С. 66 – 71.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ РОБОТОМ С ГУСЕНИЧНЫМ ШАССИ

Степовой А.А., ассистент,

Медведев А.М., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В данной статье рассматривается задача управления мобильным роботом, снятие кривых разгона его двигателей для идентификации и нахождения их передаточных функций с целью настройки программных ПИ регуляторов и использование датчика абсолютной ориентации для поддержания движения мобильного робота по заданному курсу. Приведены блок-схема работы и принципиальная электрическая схема системы управления мобильным роботом.

Ключевые слова: мобильный робот, система управления.

Большое разнообразие робототехнических устройств и огромное количество задач, которые должны решать роботы сегодня, приводит исследователей к необходимости создавать математические модели роботов и их отдельных узлов для построения систем управления такими устройствами.

Для создания системы управления был построен мобильный робот на основе гусеничного шасси Dagu Rover 5 с двумя электродвигателями с встроенными квадратурными инкрементальными энкодерами. В качестве устройства управления мобильным роботом была выбрана плата Arduino Mega 2560 [1]. Для управления двигателями имеется драйвер L298HN, установленный на Motor Shield.

Для получения сигналов с энкодеров используется интегральная микросхема K155ЛП5, реализующая логическую функцию XOR. В обработчике прерывания по фронту и спаду считываются сигналы, полученные с указанной микросхемы и ведется подсчет полученных импульсов на основе которых рассчитывается скорость движения платформы. Схема подключения K155ЛП5 представлена на рисунке 1.

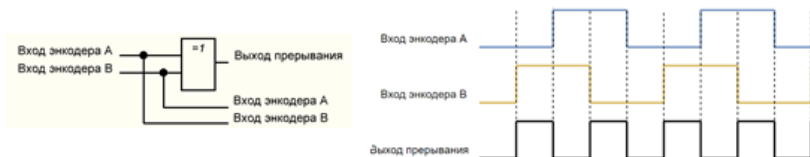


Рисунок 1 - Подключение K155ЛП5

Для поддержания заданного курса используется датчик абсолютного положения BNO 055. Данный датчик имеет необходимые функционал для решения задачи: акселерометр, гироскоп и магнитометр [2]. Также у него имеется встроенный контроллер, который сразу обрабатывает полученные данные и выдает текущее положение в виде углов Эйлера, что не расходует процессорное время основного устройства управления.

Принципиальная электрическая схема соединений мобильного робота представлена ниже на рисунке 2.

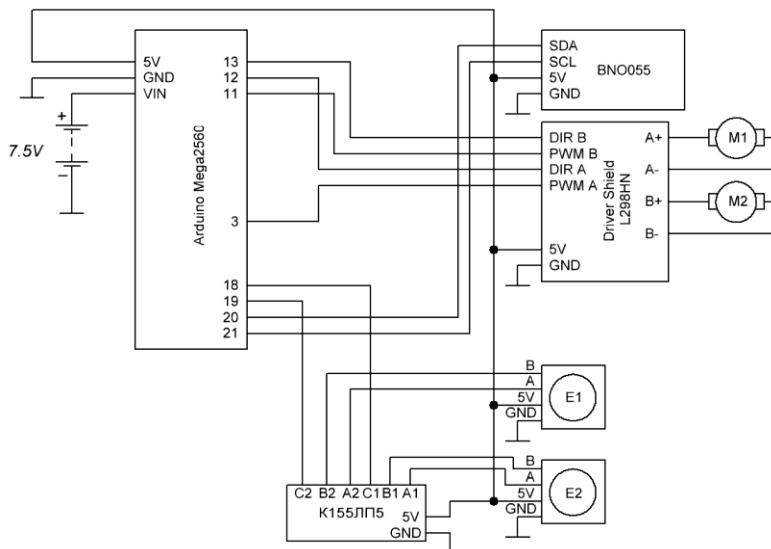


Рисунок 2 - Принципиальная электрическая схема соединений мобильного робота

Для возможности поддержания заданной скорости движения и компенсации различных характеристик левого и правого двигателей были созданы программные ПИ регуляторы. С целью подбора их коэффициентов были сняты кривые разгона для левого и правого двигателя (рис. 3) и проведена идентификация. К графику разгонной характеристики была проведена касательная, задан устойчивый уровень, являющийся коэффициентом усиления k , получена постоянная времени

T и запаздывание τ . Полученные передаточные функций W_L и W_{II} имеют вид: $W_L = \frac{0.23}{0.109s+1} \cdot e^{-0.016s}$, $W_{II} = \frac{0.205}{0.084s+1} \cdot e^{-0.033s}$.

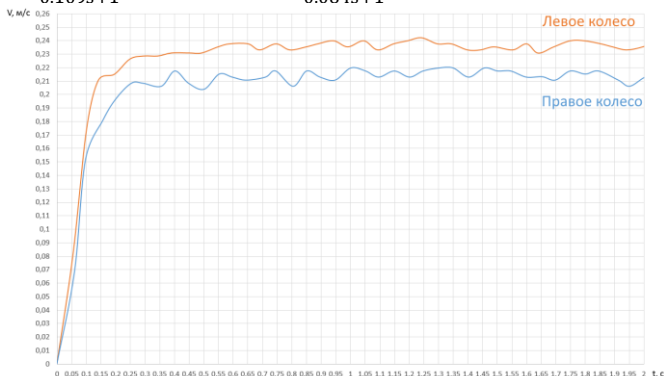


Рисунок 3 - Кривые разгона без регуляторов

С использованием средств Matlab [3] были подобраны коэффициенты для ПИ регуляторов, где $k_{p_l} = 5.308$, $k_{i_l} = 49.819$, $k_{p_{II}} = 4.276$, $k_{i_{II}} = 52.563$, что дало стабильную работу обоих двигателей, которую можно наблюдать на рисунке 4.

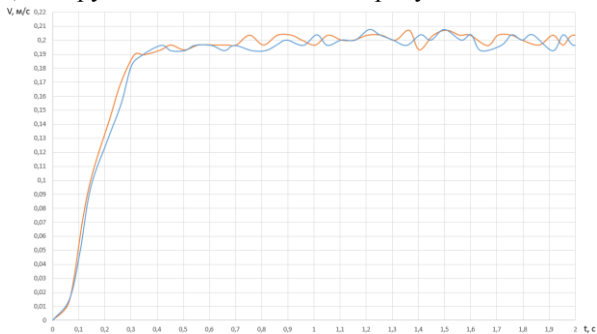


Рисунок 4 - Кривые разгона с использованием ПИ регуляторов

Поддержание установленного вектора движения реализовано с помощью датчика абсолютного положения ВНО 055 и ПИД регулятора, на вход которого подается разность текущего угла поворота робота и желаемого. Выходом регулятора является число, на которое необходимо уменьшить уставку ПИ регулятора соответствующего двигателя в зависимости от направления поворота. Такой способ управления позволяет поддерживать заданный курс движения. При возникновении

необходимости поворота на углы больше чем 60 градусов, используется разворот на месте с помощью разнонаправленного движения гусениц.

Блок-схема работы алгоритма движения по заданному курсу представлена на рисунке 5.

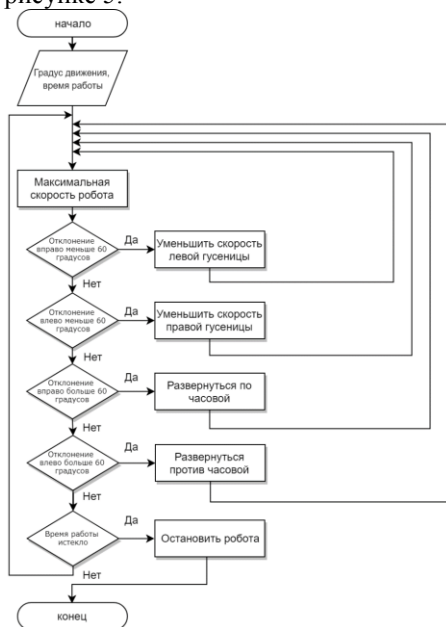


Рисунок 5 - Блок-схема работы алгоритма движения по заданному курсу

В рамках данной работы был построен мобильный робот на основе гусеничной платформы с системой управления, позволяющей осуществлять движение с заданной скоростью и направлением.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках проекта Госзадание №2.1396.2017/4.6.

Список литературы:

1. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. СПб.: БХВ - Петербург, 2012. 256 с.
2. Сайдов П.И. Теория гироскопов. Часть 1. М.: Высшая школа, 1965. 472с.
3. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления: пер. с англ. Б. И. Копылова. М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. 832 с.

СТОЙКОСТЬ ИНСТРУМЕНТА ПРИ КОНТУРНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТЕКЛОТЕКСТОЛИТА

Трушин Н.Н., д-р техн. наук, профессор,
Лисицин В.Н., аспирант
Тулский государственный университет

Аннотация. Рассматриваются стойкостные испытания концевых твердосплавных монолитных фрез малого диаметра при контурном фрезеровании заготовок печатных плат из листового стеклотекстолита марки СОНФМ. Экспериментально определены эффективные значения подачи фрезы и скорости резания, получена формула для расчета стойкости фрезы.

Ключевые слова: стеклотекстолит, концевая фреза, контурное фрезерование, скорость резания, износ инструмента, стойкость.

Печатные платы являются одним из основных компонентов радиоэлектронной аппаратуры самого широкого назначения. Печатные платы обычно изготавливаются из фольгированного стеклотекстолита [1, 2]. Основными операциями обработки резанием заготовок печатных плат на металлорежущих станках являются сверлильная и фрезерная. Печатные платы со сложными контурами изготавливаются преимущественно методом контурного фрезерования концевыми фрезами [3, 4].

Фрезерная обработка стеклотекстолита является относительно малоизученным процессом, несмотря на наличие в технической литературе рекомендаций по назначению режимов резания [5, 6]. Это обстоятельство объясняется широким спектром марок стеклотекстолита отечественного и зарубежного производства. Стеклотекстолиты относятся к композитным материалам и обладают повышенной твердостью, что приводит к интенсивному износу режущей части инструмента [7-9].

В производственных экспериментах использовался отечественный фольгированный стеклотекстолит марки СОНФМ [10]. Стеклотекстолит СОНФМ представляет собой слоистый прессованный материал, изготовленный из стеклоткани, пропитанной связующим веществом на основе эпоксидных смол и отвердителей. Фольгированный стеклотекстолит облицовывается с одной или двух сторон медной электролитической фольгой толщиной от 18 до 105 мкм.

В качестве режущего инструмента в экспериментах использовалась концевая фреза типа CBD диаметром 2,5 мм, представляющая собой

монолитную конструкцию из твёрдого сплава типа ВК6 (по каталогу российской компании "Остек-сервис-технология") [11]. Контурное фрезерование листовых заготовок проводилось на специальном станке Schmolл MX с системой ЧПУ Exellon CNC-7 [12].

Фрезы CBD (рис. 1) с относительно малым зубом и с большими винтовыми стружечными каналами обеспечивают чистовое фрезерование контуров и пазов, за счет малой вибрации, передаваемой от заготовки к шпинделю. Винтовые режущие кромки фрез CBD снабжены также стружколомающими элементами. Поскольку фрезерование стеклотекстолита происходит без смазочно-охлаждающих средств, то отвод тепла из зоны резания происходит с помощью двух воздушных потоков: один воздушный поток создаётся от вращающегося шпинделя, а другой воздушный поток создаёт штатное устройство станка для отвода мелкой стружки из зоны резания. Кроме этого, слой фольги на стеклотекстолите тоже обеспечивает дополнительное рассеивание тепла с поверхности заготовки.

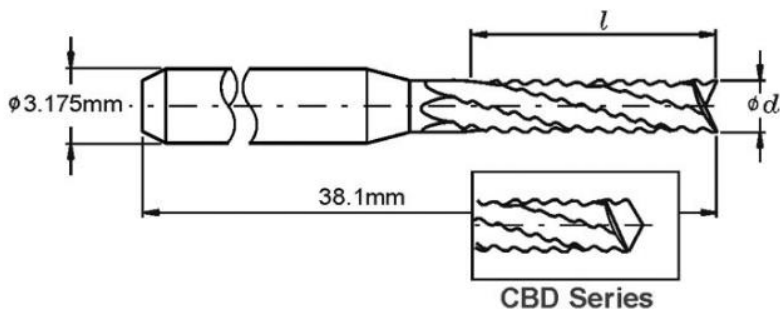


Рисунок 1 – Концевые фрезы типа CBF и CBD [11]

В экспериментах использовался пакет из трёх стеклотекстолитовых пластин. Обрабатываемая стеклотекстолитовая пластина толщиной 2 мм размещалась между двумя вспомогательными пластинами-прокладками из стеклотекстолита СОНФМ толщиной 1 мм. Таким образом, суммарная толщина обрабатываемого пакета составляла 4 мм. Необходимость использования нижней прокладки является обеспечением гарантированного зазора между инструментом и столом станка. Глубина резания в экспериментальных проходах составляла 1

мм. Изучение состояния фрез после пробных проходов осуществлялось с помощью лазерного измерительного оборудования DMG MORI.

Ранее выполненные исследования показали, что для фрезерования стеклотекстолита необходим тщательный выбор оптимальной скорости подачи, чтобы предотвратить появление дефектов на обработанных поверхностях. Более подробно анализ и классификация дефектов, возникающих в процессе фрезерования стеклотекстолита различных марок, представлены в работах [13-15].

В таблице 2 представлены параметры и результаты экспериментов. Скорость резания и скорость подачи рассчитывались по классическим формулам (1) и (2):

$$n = 1000V / \pi D, \quad (1)$$

где n - частота вращения шпинделя, мин^{-1} ; V - скорость резания, м/мин; D - диаметр фрезы, мм;

$$S_m = S_z z n, \quad (2)$$

где S_m - подача, м/мин; S_z - подача, мм/зуб; z - число зубьев фрезы.

Таблица 2 - Режимы резания для экспериментального исследования

№ п/п	Обороты шпинделя, тыс. мин^{-1}	Подача фрезы, м/мин	Время обработки, мин.	Износ инструмента, мкм
1.	33	1,4	10	15
2.	33	0,6	10	12
3.	24	1,0	10	4
4.	30	1,4	10	10
5.	30	1,0	10	8
6.	24	1,0	44	15

По результатам экспериментов было установлено, что для фрезы типа CVD диаметром 2,5 мм при толщине обрабатываемого стеклотекстолитового пакета 4 мм и подаче 1 м/мин оптимальная скорость резания составляет 188 м/мин. Установленные режимы резания обеспечивают шероховатость $R_a=40$ мкм, что соответствует

рекомендациям стандарта ОСТ 3-1291-82. на выбор шероховатости поверхности.

После станочных экспериментов была определена функциональная зависимость стойкости инструмента от режимов резания. Исходная формула для стойкости инструмента:

$$T = \frac{C_v}{V^x S^y b^z h^l}, \quad (3)$$

где T – стойкость инструмента, мин; C_v – поправочный коэффициент; V – скорость резания, м/мин; S – подача, м/мин; b – ширина резания, мм; h – диаметральная величина износа режущих кромок, мм; x, y, z, l – показатели степени (коэффициенты).

Уравнение (3) было приведено к линейной логарифмической форме:

$$\ln T = \ln C_v - x \ln V - y \ln S - z \ln b - l \ln h, \quad (4)$$

$$\ln C_v = w, \quad (5)$$

$$\ln T = w - x \ln V - y \ln S - z \ln b - l \ln h. \quad (6)$$

Для нахождения поправочных коэффициентов система уравнений решалась с помощью ПО Mathcad.

Параметр C_v рассчитывался путем обратного логарифмирования и подстановкой полученных коэффициентов в формулу (3):

$$C_v = e^w, \quad (7)$$

$$T = \frac{7.29}{V^{-10.031} S^{-0.896} b^{-41.754} h^{1.368}}. \quad (8)$$

Формула (8) представляет собой формулу для расчёта стойкости концевой фрезы типа СВД в зависимости от режимов обработки стеклотекстолита СОНФМ и предельного износа режущей части фрезы. Результаты экспериментов используются в производственной практике технологического подразделения АО КБП (г. Тула).

Список литературы:

1. Гормаков А.Н., Воронина Н.А. Конструирование и технология электронных устройств и приборов. Печатные платы. Учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2006. 164 с.
2. Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. М.: Техносфера, 2005. 304 с.

3. Крылов В.П. Технологии и подготовка производства печатных плат. Учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2006. 64 с.
4. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат. Учебник. М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. 560 с.
5. Корягин С.И., Пименов И.В., Худяков В.К. Способы обработки материалов. Учебное пособие / Калининград: Калинингр. ун-т, 2000. 448 с.
6. Штучный Б.П. Механическая обработка пластмасс. 2-е изд. М.: Машиностроение, 1987. 152 с.
7. Ильин В.А. Технология изготовления печатных плат. Л.: Машиностроение, 1984. 77 с.
8. Махмудов М. Механическая обработка печатных плат. М.: Радио и связь, 1986. 72 с.
9. Лобанов Д.В., Янюшкин А.С., Рычков Д.А. Технологические методы изготовления и выбора режущего инструмента для фрезерования композиционных материалов на полимерной основе // Вестник ЮУрГУ. Серия "Машиностроение". 2015. Т.15. №1. С.35-46.
10. ТУ 2296-001-40230483-01. Стеклотекстолит нормированной горючести фольгированный модифицированный СОНФМ. – ЗАО "Изолит", 2001. 25 с.
11. Каталог расходных материалов и инструментов фирмы "Остэк". URL: <http://www.ostec-st.ru/catalog/equipment/frezy-i-svyerla/sbf-freza-s-maly-m-zubom-i-bolshim-struzhechnym-kanalom-vershina-frezy-lastochkin-khvorost/> (дата обращения 27.01.19).
12. Каталог оборудования и инструментов фирмы Schmolz. URL: <http://www.schmolz-maschinen.de/en/applications.html> (дата обращения 27.01.19).
13. N N Trushin, V N Lisitsin. Experimental study of fiber-glass plastic work pieces contour milling. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042110 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042110.
14. Лисицин В.Н., Трушин Н.Н. Качество поверхности листового стеклотекстолита после контурного фрезерования // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2018. С.76-84.
15. Лисицин В.Н., Трушин Н.Н. Исследование процесса фрезерования стеклотекстолита марки СОНФМ концевой фрезой типа CBD // Современные технологии в машиностроении и литейном производстве. Материалы IV Международной научно-практической конференции. Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 2018. С.403-410.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ IGBT ТРАНЗИСТОРОВ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ПРЕОБРАЗОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Чернышов Н.Н., канд. техн. наук, доцент,
Сапрыка В.А., ассистент,
Бердников М.Н., студент,
Нивин А.И., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрена система предельно допустимых параметров ключа, которая объединяет граничные значения напряжений и токов для входной и выходной цепи прибора, предельно допустимые температуры переходов и максимально возможную рассеиваемую мощность.

Ключевые слова: предельно допустимые параметры, рассеиваемая мощность, полупроводниковые приборы, рабочая точка, режим токовой перегрузки, сверхтоки и перенапряжения.

Система предельно допустимых параметров ключа объединяет граничные значения напряжений и токов для входной и выходной цепи прибора, предельно допустимые температуры переходов и максимально возможную рассеиваемую мощность. Абсолютный предел напряжения определяется пробоем в структуре прибора: увеличение объемного заряда, лавинный и поверхностный пробой. В современных силовых ключах определяющим является лавинный пробой, приводящий к неконтролируемому процессу умножения носителей заряда. В силовых ключах допустимые токи устанавливаются в соответствии с допустимой температурой переходов, конструктивных особенностей, определяемых надежностью выводов и контактов, а также допустимыми пределами изменения усилительных свойств, которые не должны ухудшаться при заданной токовой нагрузке [1]. Максимальная температура переходов ключа и максимальная температура его корпуса определяются свойствами исходного материала, особенностями структуры переходов и конструкции. Для IGBT и транзисторов со статической индукцией максимально допустимая температура несколько больше, чем для мощных MOSFET. Нижний температурный предел работы ключа устанавливается с учетом недопущения нарушения конструкции прибора ограничивается величиной – 40... – 60°C. Максимальная рассеиваемая мощность определяется тепловым сопротивлением ключа, которое связывает данный параметр с максимально допустимой

температурой перехода. Предельные возможности силовых ключей наглядно представляются диаграммами области безопасной работы (ОБР), называемых также областью максимальных режимов (ОМР). Границы ОБР определяются предельными значениями выходного тока, напряжения, максимальной рассеиваемой мощностью и допустимой температурой перехода [2]. Различают прямо смещенную ОБР (ПОБР, FBSOA – Forward Bias SOA), то есть в режиме эксплуатации с положительным смещением во входной цепи ключа, обратную ОБР (RBSOA – Reverse Bias SOA) с отрицательным входным смещением, а также ОБР в режиме токовой перегрузки (SCSOA – Short Circuit SOA). Прямо смещенные ОБР IGBT приведены на рис.1. Для безопасности работы силовых ключей при выключении используется обратная ОБР.

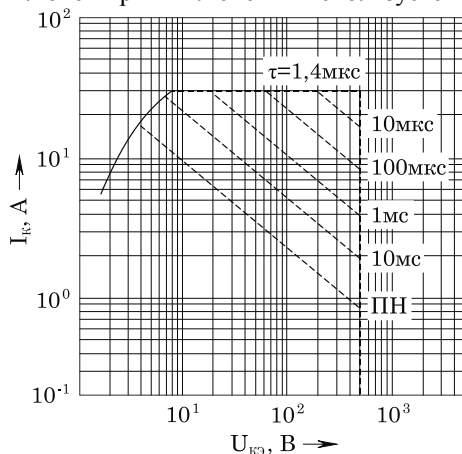


Рисунок 1 - Прямо смещенная ОБР IGBT

При выключении IGBT необходимо исключить триггерный эффект в структуре транзистора, поскольку остаточный ток присутствует при переходном процессе и определяется рекомбинацией дырок. Сверхтоки и перенапряжения – токи и напряжения 3-го порядка и выше возникают как при штатных режимах работы устройства, так и при аварийных ситуациях. Причинами их возникновения является: несовершенство схмотехнического исполнения силового каскада, неучтенный при разработке тепловой дрейф параметров, наличие недемпфированных элементов, неисправности или не налаженная работа схемы управления, неверно рассчитанные либо выполненные сопряженные элементы [3-5].

Применение цепей, формирующих траекторию изменения рабочей точки транзистора в процессах переключения, позволяет снизить потери мощности в силовом ключе, а также исключить, либо минимизировать паразитные всплески токов и напряжений. Наиболее обобщающим примером, демонстрирующим методы построения данных цепей, можно рассматривать на примере работы транзисторного ключа на индуктивную нагрузку в режиме непрерывных токов (рис.2).

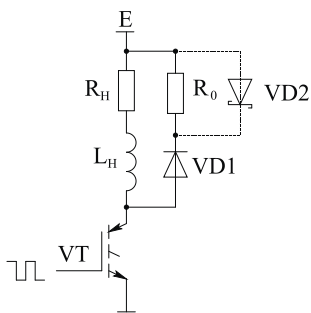


Рисунок 2 - Силовой ключ с индуктивной нагрузкой

Импульс тока в переходном процессе включения обусловлен процессом восстановления запирающих свойств шунтирующего диода. В переходном процессе выключения наблюдается всплеск напряжения на транзисторе, который связан с конечным временем включения шунтирующего диода и паразитными индуктивностями. Спад тока при этом происходит при выходном напряжении равном напряжению питания. Таким образом, мгновенные значения выделяющейся в транзисторе мощности и при включении, и при выключении достаточно велики. Траектория рабочей точки ключа для данного режима переключения показана на рис.3. Для увеличения фронта нарастания напряжения при выключении IGBT используют параллельную емкость с дополнительным диодом и резистором [6].

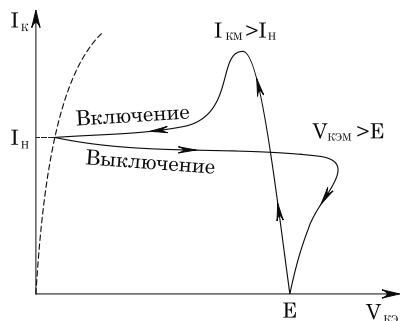


Рисунок 3 - Траектория перемещения рабочей точки транзистора при работе на индуктивную нагрузку

Резистор предназначен для ограничения сброса энергии, запасаемой в защитном конденсаторе, в транзистор при его включении шунтируется диодом. Чем больше величина защитной емкости, тем длиннее фронт нарастания напряжения на ключе при запираании. Величина C_0 при этом не оказывает влияния на фронт спада тока. Наиболее оптимальные номиналы величин L_0 и C_0 могут быть определены при помощи эмпирически определенных формул, учитывающих величины коммутируемого тока, удерживаемого напряжения, а также параметры самих транзисторов

$$L_0 \approx 0,22 \frac{E \times t_{d(on)}}{I_K}, \quad (1)$$

$$C_0 \approx 0,22 \frac{I_K \times t_{d(off)}}{E}, \quad (2)$$

где I_K – непрерывный коммутируемый ток; $t_{d(on)}$ – время фронта нарастания импульса; $t_{d(off)}$ – длительность фронта спада тока; E – удерживаемое напряжение.

Таким образом, правильное применение защитных цепей позволит не только обеспечить безопасную траекторию переключения, но и уменьшает общие потери, рационально перераспределяя их между транзистором и дополнительными элементами. Мощность потерь в резисторе определяется энергией, запасаемой в защитной индуктивности L_0 и конденсаторе C_0 , соответственно в открытом и закрытом состоянии ключа [7]

$$P_0 = \frac{1}{2} (L_0 I_K^2 + C_0 E^2) f, \quad (3)$$

где f – частота коммутации.

Величина R_0 выбирается из условий полного разряда конденсатора C_0 при включении транзистора и уменьшения до нулевого значения тока в индуктивности L_0 при выключении. Эти условия обеспечиваются, если постоянные времени R_0C_0 и L_0/R_0 в несколько раз меньше интервалов включенного и выключенного транзистора. Как следует из выше указанного уравнения, рассеиваемая мощность пропорциональна частоте переключения транзистора. На относительно высоких частотах эти потери могут стать ограничивающим фактором применения рассмотренных цепей защиты. По этой причине более выгодно использовать схемы, в которых запасаемая в защитных элементах энергия либо возвращается в источник питания (рекуперруется).

Основными источниками потерь при сверхтоках являются [8]:

– Сквозной ток в паре транзисторов мостовой схемы. Транзисторы VT1 и VT2 не успевают выключиться полностью до того момента, как пара транзисторов VT3 и VT4 начинает открываться. Причиной этого является наличие паразитных параметров самих транзисторов, а также инерционность схемы управления. Это приводит к тому, что затворные характеристики парных транзисторов пересекаются по уровню V_{GE} , которое в случае превышения величины порогового $V_{GE(th)}$ приводит к тому, что все транзисторы оказываются одновременно открытыми.

– Сквозной ток в паре транзистор-рекуперационный диод. Причиной возникновения сверхтока является наличие инверсной проводимости у диода. Например, по причине неверно рассчитанного напряжения в третьем квадранте ВАХ. Влиянию такого вида сверхтоков подвержены промышленные преобразователи напряжения мощностью до 10 кВт.

– Сверхток, возникающий при наличии емкостных фильтров в цепях трансформаторно-выпрямительных блоков. Причины возникновения – малая индуктивность рассеяния обмотки трансформатора, которая работает через выпрямительный блок трансформатора и содержит емкость C вместо ограничительного дросселя на выходе выпрямителя.

– Сверхток, возникающий вследствие инверсной проводимости предварительного выпрямителя с индуктивным фильтром. Причина возникновения аналогична причине в паре транзистор-рекуперационный диод. Однако, в этом случае влиянию сверхтока подвержены цепи первичной и вторичной обмотки трансформатора.

Основными источниками потерь при перенапряжении являются [9]:

- Перенапряжение при выключении индуктивно-активной цепи. Возникает под действием самоиндукции, когда в качестве нагрузки транзисторного каскада применяется реактивный индуктивный элемент;
- Перенапряжение на транзисторе, возникающее в результате выключения трансформаторно-активной нагрузки под действием самоиндукции первичной обмотки трансформатора. Одними из примеров устройств, для которого может быть характерен данный вид перенапряжения силовых ключей являются сварочные инверторы. В них имеет место резкий разрыв тока при разрыве сварочной дуги;
- Перенапряжение на диодах при включении транзистора в цепь демпфирующий дроссель возникает после запираания замыкающего диода в схемах на 1 кВт с наличием единого транзистора верхнего плеча;
- Перенапряжение на диодах в цепи вторичной обмотки. Возникает за счет самоиндукции вторичной обмотки трансформатора.

Главной особенностью применения ключевых приборов в устройствах управления электродвигателями является их способность выдерживать большие напряжения и токи, зачастую действующие одновременно. Это может приводить к уходу режима работы силового ключа за пределы границ области безопасной работы, если не обеспечить достаточного запаса по предельным параметрам. Другая особенность применения заключается в действии на ключ высокого уровня помех, способных приводить к ложному срабатыванию. Обмотка асинхронного электродвигателя представляет собой R-L-нагрузку. Для управления скоростью вращения двигателя изменяют частоту источника питания, при этом изменяется индуктивное сопротивление обмотки питания [10-12]. Чтобы поддерживать значение тока обмотки на постоянном уровне для сохранения вращающего момента, используют соответствующее регулирование выходного напряжения от частоты. Нарушение линейности регулировки вызывает изменение вращающего момента. При этом резкое уменьшение скорости двигателя может вызвать увеличение тока возбуждения и вращающего момента, что в свою очередь может привести к насыщению поля в обмотке питания и повреждению электродвигателя или перегрузке силовых ключей. Скорость асинхронного двигателя почти не зависит от его нагрузки, а значит, от вращающего момента вплоть до критических значений, при которых возникает эффект скольжения (рис. 4). Это может привести к потере скорости и увеличению тока ключа при одновременно высоком напряжении. Таким образом, для управления асинхронным электродвигателем более всего

подходит схема инвертора напряжения, построенная на основе полностью управляемых мощных ключевых приборов IGBT, а также МСТ, GTO и их разновидности, способных выдерживать большие токовые перегрузки [12-15]. Данный инвертор должен преобразовывать энергию источника постоянного тока в энергию сигнала переменной частоты с НЧ гармоническим составом и регулируемым выходным напряжением, и частотой. Выполнение этих требований обеспечивает применение инверторов напряжения с ШИМ.

Скорость вращения ротора

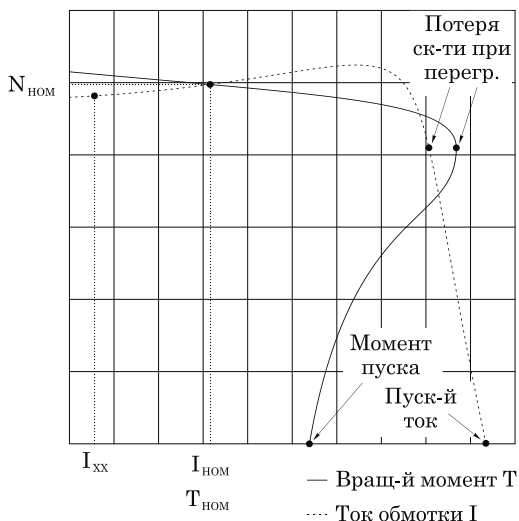


Рисунок 4 - Зависимость скорости от вращающего момента и тока в обмотке для асинхронного электродвигателя

Общепринятой является конфигурация автономного инвертора со звеном постоянного тока (VWF-инвертор). Эта схема содержит входной неуправляемый выпрямитель, емкостной фильтр трехфазный мостовой инвертор (рис. 5). Мостовое соединение ключей позволяет получать двух полярное напряжение на обмотке электродвигателя. Индуктивный характер нагрузки учитывается подключением к основным ключам встречно-параллельных диодов, обеспечивающих непрерывность тока в обмотке при отключении ее от источника и возврат запасенной магнитной энергии в конденсатор фильтра [15-18].

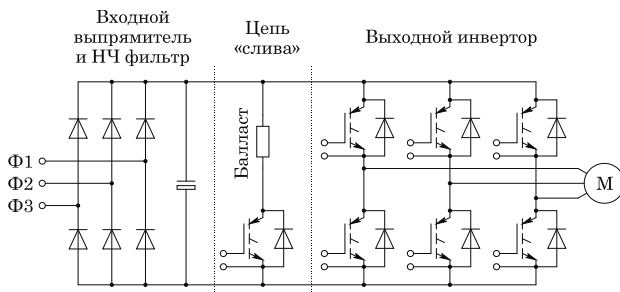


Рисунок 5 - Автономный инвертор напряжения со звеном постоянного тока

Введение в схемы силовых каскадов IGBT и MOSFET комплексов для регулирования траектории рабочей точки, позволяют решать следующие задачи: уменьшение, или полное устранение всплесков тока при включении и всплесков напряжения при выключении транзистора; ограничение di/dt при включении и dV/dt при выключении транзистора; ограничение значений коммутационного тока и напряжения по ОБР; разделение тепловыделения между транзистором и вводимым в силовой каскад дополнительными элементами; снижение потерь при работе устройства в целом; повышение электромагнитной совместимости устройств; снижение уровня помех. Практическое значение статьи заключается в обосновании введения снабберных цепей, простых в исполнении, которые могут решать задачу снижения динамических потерь при коммутации в широком спектре устройств.

Список литературы:

1. Hierholzer M. Application of High Power IGBT Modules // Nürnberg, Proc. Power Electronics /PCIM, 1996. – P.600-607.
2. Arai K., Iwasa T. Development of New Concept PKG Third Generation IGBT Module U Series // Nürnberg, Proc. Power Electronics /PCIM, 1996. – P.35-45.
3. Constapel R., Korec J., Baliga B.J. Trench-IGBTs with Integrated Diverter Structures // Yokohama, Proc./ ISPSD, 1995. – P.201-206.
4. Practical Considerations In High Performance MOSFET, IGBT and MCT gate drive circuits // Application Note / Texas Instruments. 1999. – P.16.
5. Hierholzer M., Brunner H. Characteristics of High Voltage IGBT Modules // Nürnberg, Proc. Power Electronics / PCIM, 1995. – P.135-138.
6. Hertrich H., Reinmuth K. HITFET-A New Generation of Intelligent Low Side Switches // Nürnberg, Proc. Power Electronics /PCIM, 1995. – P.9-15.

7. F. Blaabjerg, J.K. Pedersen. Comparison of NPT and PT IGBT-devices for hard switching applications in Conference Record of the IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Vol.2,1994, – P.1174 –1181.
8. Gerstenmaier Y.C., Scheller G. Short Circuit Ruggedness, Switching and Stationary Behaviour of New High Voltage IGBT in Measurement and Simulation // EPE, Sevilla, Proc., Vol.1, 1995. – P.583-588.
9. Сидоров И.Н. Малогабаритные магнитопроводы и сердечники // Справочник. М.: Радио и связь, 1989. – С.384.
10. А. Миронов. Магнитные материалы и магнитопроводы для импульсных источников питания // Радио, №6, 2000. – С.53-54.
11. Githiar A.N. A Comparison of IGBT Models for Use in Circuit Design // PESC, St. Louis, Proc., Vol. 2,1997. – P.1554-1560.
12. IGBT Modules Application note // The 5-th GENERATION CSTBT IGBT Chip use 12NF/24NF/24A Series / MITSUBISHI ELECTRIC,2007. – 77p.
13. Хансаа А. Гази Алькасра, Чернышов Н.Н., Слипченко Н.И., Писаренко В.М., М. Алкхавалдекс, Умяров К.Т., Башлий С.Ю., Сергеев П.Ю. Расчет потерь в резонансных преобразователях при режимах непрерывных и разрывных токов // Радиотехника /Всеукраинский сборник; №183, ХНУРЭ, 2015. – С.16-20.
14. Чернышов Н.Н., Умяров К.Т., Хансаа А. Гази Алькасра. Исследование динамических потерь на IGBT транзисторах при работе силовых каскадов на индукционную нагрузку // Applied radioelectronics; v.13, №4 / Academy of sciences of applied radioelectronics, 2014. – С.440-443.
15. Khansaa A. Ghazi, Chernyshov N.N., Pisarenko V.M., Umyarov K.T. Studying physical processes in crystals without inversion centre // Radioelectronics& informatics; №3, KhNURE, 2014. – P.11-14.
16. Чернышов Н.Н., Хансаа А. Гази Алькасра, Писаренко Д.В. Исследование физических процессов в IGBT транзисторах при высокочастотном преобразовании электрической энергии // VII Міжнародна наукова конференція “Фізичні явища в твердих тілах” / ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – С.160.
17. Чернышов Н.Н., Хансаа А. Гази Алькасра, Слюсаренко А.А. Исследование резонансных инверторов электроэнергии при непрерывных и разрывных токах // Zbior artykulow naukowych / Inzynieria i technologia. Nauka wczoraj, dzis, jutro. Warszawa, 28.02.2016. – С.16-20.
18. Чернышов Н.Н., Гордиенко Ю.Е., Писаренко В.М., Хансаа А. Гази Алькасра, Умяров К.Т. Математический анализ динамических потерь на IGBT транзисторах и методов их снижения // Радиотехника / Всеукраинский сборник; №180, ХНУРЭ, 2015. – С.72-75.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ НА IGBT ТРАНЗИСТОРАХ ПРОГРАММНЫМ КОМПЛЕКСОМ COMSOL MULTIPHISIC-5.2

Чернышов Н.Н., канд. техн. наук, доцент,
Салманов В.П., студент,
Гребенников М.В. студент,
Смирнов К.Л., студент

Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова

Аннотация. На основании условий работы IGBT рассмотрены методы снижения потерь при жесткой коммутации и постоянной величине напряжения питания.

Ключевые слова: рабочая точки, коммутационные процессы, силовой каскад, схемотехнические комплексы, область безопасной работы, генерация переходных процессов, уравнения колебательных контуров.

Целью научной статьи является исследование различных вариантов схем формирования траектории перемещения рабочей точки, и анализ возможности применения схем для коммутации больших токов и малых напряжений, малых токов и больших напряжений. Наиболее оптимальным решением задачи формирования траектории рабочей точки транзистора при коммутационных процессах является введение в схему силового каскада дополнительных схемотехнических комплексов. Они обеспечивают состояния dI/dt при включении, и dV/dt при выключении, при которых мгновенные значения тока и напряжения на транзисторе не выходят за пределы области безопасной работы. Для случая демпфирования колебательного контура использованы снабберы. Формы генераций переходных процессов могут быть различными. Поэтому при расчете коммутационных потерь возникают определенные сложности. Однако в большинстве случаев генерации могут быть описаны так же, как и переходные процессы при коммутации LC-цепей, с аналогичными параметрами и свойствами.

Практическое значение статьи заключается в исследовании форм напряжений и токов при коммутационных процессах. Для этого использованы на основании уравнения колебательных контуров в зависимости от их схемотехники и особенностей элементов, входящих в их состав. Программным комплексом Comsol Multiphysics-5.2 сделано

расчет концентрации электрических зарядов, легирующей примеси и распределение электрического потенциала в IGBT.

Суммарные потери мощности складываются из статических потерь, динамических потерь и потерь управления. Основная доля потерь приходится на статические потери и динамические потери. Потери на транзисторе в открытом состоянии ($P_{FW/T}$) определяются следующими факторами: величиной коммутируемого тока (выше порога $V_{KЭнас} = f(I_K, V_{KЭ})$); коэффициентом заполнения импульса и температурой кристалла. Динамические потери на транзисторе ($P_{ON/T}$, $P_{OFF/T}$) определяются следующими факторами: величиной коммутируемого тока; величиной удерживаемого напряжения; температурой кристалла и частотой коммутации. Помимо потерь на силовых ключах, следует уделить внимание инверсным диодам, которые, являясь составной частью силового ключа, также изменяют статические и динамические состояния [1]. Это приводит к дополнительным потерям энергии, дополнительному тепловыделению, которое влияет на особенности кристалла транзистора и является составной частью общих потерь мощности. Таким образом, при учете потерь мощности следует учесть, что максимальная температура перехода не должна превышать значение – 150°C (для модульного исполнения) или – 125°C (для дискретного элемента) при всех возможных режимах работы преобразователя электрической энергии. Потери на IGBT и инверсных диодах в общем случае можно описать на примере мостовой схемы силового каскада для полумостовой группы были получены диаграммы токов и напряжений [2]. Для каждой конкретной рабочей точки в установившемся режиме работы силового каскада можно рассчитать потери.

Потери на IGBT [3;4]:

Рассеиваемая мощность при включении

$$P_{ON/T} = f_s \times E_{ON/T}(V, I_{Hmin}, T_{j/T}) \quad (1)$$

Рассеиваемая мощность при выключении

$$P_{OFF/T} = f_s \times E_{OFF/T}(V, I_{Hmax}, T_{j/T}) \quad (2)$$

Рассеиваемая мощность, выделяемая на канале транзистора

$$P_{FW/T} = \frac{1}{T} \int_0^{\tau} I_K(t) \times V_{KЭ}(t) dt \quad (3)$$

Потери на диодах [5-8]:

Рассеиваемая мощность при выключении

$$P_{OFF/D} = f_s \times E_{OFF/D} (V, I_{Hmax}, T_{j/T}) \quad (4)$$

Рассеиваемая мощность, выделяемая на переходе

$$P_{FW/D} = \frac{1}{T} \int_0^{\tau} I_{IP}(t) \times V_{IP}(t) dt \quad (5)$$

Потери на IGBT при восстановлении гармонических сигналов посредством ШИМ могут быть описаны на примере полумостовой группы трехфазного IGBT модуля для управления трехфазным электродвигателем. Для этого случая достаточно рассмотреть диаграммы токов полумостовой пары, в состав которой входят 2 IGBT и 2 инверсных диода (рис. 1). Отличием этой схемы является то, что ток нагрузки и температура переходов непостоянны в статическом состоянии, и изменяются в зависимости от частоты восстанавливаемого сигнала (50 Гц, 60 Гц, 400 Гц).

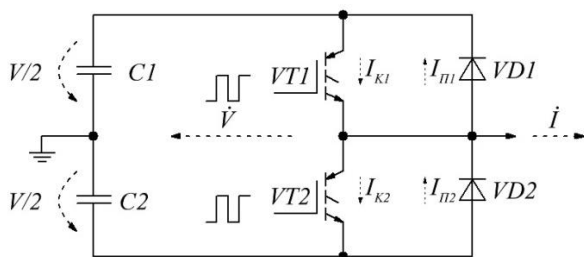


Рисунок 1 - Полумостовая пара трехфазного IGBT модуля

Таким образом, динамические и статические потери на IGBT и диодах являются непостоянными в силу динамического изменения количества энергии, передаваемой от первичного источника к нагрузке за один такт переключения. Потери мощности для силовых ключей с ШИМ регулированием отличается от стандартного метода тем, что коэффициент заполнения импульса при восстановлении гармонического сигнала постоянно изменяется. Для двухтактной схемы среднее за период значение напряжения на нагрузке равно [9]

$$V_L = E(2\gamma - 1), \quad (6)$$

где E – напряжение питания инвертора; γ – коэффициент заполнения импульса.

Для определения формы тока на нагрузке $I_L(\omega t) = I_L(\max) \sin \omega t$ требуется синусоидальное выходное напряжение инвертора [14;15]

$$v_L(\omega t) = V_L(\max) \sin(\omega t + \varphi) = I_L(\max) \times Z_L \sin(\omega t + \varphi), \quad (7)$$

где $Z_L = \sqrt{R_L + \omega L_L}$ – модуль комплексного сопротивления нагрузки обмотки двигателя; $\varphi = \arctg \frac{\omega L_L}{R_L}$ – угол сдвига между током и напряжением нагрузки.

При выполнении условия разницы между частотой ШИМ и частотой восстанавливаемого сигнала можно считать $V_L = v_L(\omega t)$. Тогда коэффициент заполнения импульсов при ШИМ регулировании можно представить в виде [10]

$$\gamma(\omega t) = \frac{1}{2} (1 + m \sin(\omega t + \varphi)) \times \sin \omega t, \quad (8)$$

где $m = \frac{Z_L I_L(\max)}{E}$ – коэффициент модуляции.

Среднюю мощность потерь можно определить, зная концентрации заряженных частиц, а динамические потери на IGBT при помощи уравнения

$$P_{ON} + P_{OFF} = (E_{ON} + E_{OFF}) \times f \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sin(\omega t) d(\omega t) = (E_{ON} + E_{OFF}) \times f \frac{1}{\pi}, \quad (9)$$

где E_{ON} – энергия потерь при включении силового ключа и E_{OFF} – энергия потерь при выключении силового ключа в схеме с индуктивной нагрузкой.

Для восстановления гармонического сигнала посредством преобразования на повышенной частоте применяется ШИМ. В настоящее время широкое распространение для систем управления асинхронными частотно-регулируемыми электроприводами получила серия интегральных схем DSC-контроллеров производства Freescale семейства 56F8xxx. Данная серия контроллеров позволяет программировать пользовательские функции, а система интерфейсов позволяет осуществлять дополнительное управление. Расчеты выполнены для линейного режима, когда частота ШИМ на 2 порядка превышает частоту восстанавливаемого сигнала [11].

При импульсном восстановлении гармонических сигналов вводится коэффициент модуляции m , который будет определять отношение амплитуды основной гармоники восстанавливаемого входного сигнала и

половины амплитуды напряжения питания силового каскада. Этот коэффициент может применяться не только для описания устройств управления электроприводами, но и при амплитудной регулировке мощности. Наиболее адекватным методом анализа потерь на IGBT может быть использована аппроксимация характеристик этих элементов посредством полиномиальных уравнений. Данный метод предполагает определение: зависимостей падения напряжения на IGBT в открытом состоянии от коммутируемого тока и температуры кристалла; зависимостей рассеиваемой энергии при коммутации от тока нагрузки; напряжения линии питания, полиномиальным уравнением $y = f(x) = Ax^2 + Bx + C$. Это уравнение можно решить с достаточным уровнем точности при помощи большинства современных пакетов. На рис.2 показан расчет концентрации электронов и расчет распределения концентрации легирующей примеси в IGBT.

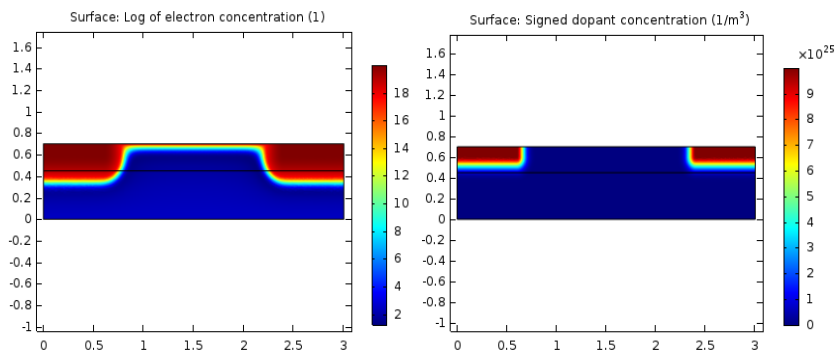


Рисунок 2 - Концентрация электронов и легирующей примеси

Уравнение для динамических потерь IGBT. Зададимся следующими упрощениями:

- Всплески токов на частоте коммутации малы по сравнению с величиной тока за период (достигается при введении в схему дополнительных снабберов);
- Температура кристаллов IGBT и инверсных диодов постоянна);
- Переключение IGBT мало относительно длины импульса.

Уравнение для динамических потерь IGBT получено в результате аппроксимации зависимости потерь от величины коммутируемого тока с учетом температурных коэффициентов и величины напряжения [12]

$$P_{ON+OFF/T} = f \times \left(\frac{A_{ON+OFF/T}}{4} \dot{I}_1^2 + \frac{B_{ON+OFF/T}}{\pi} \dot{I}_1 \right), \quad (10)$$

Результаты расчетов отображены для трехфазного IGBT модуля 600В×16А IRAMX16UP60A серии IMOTION производства International Rectified на рис.3.

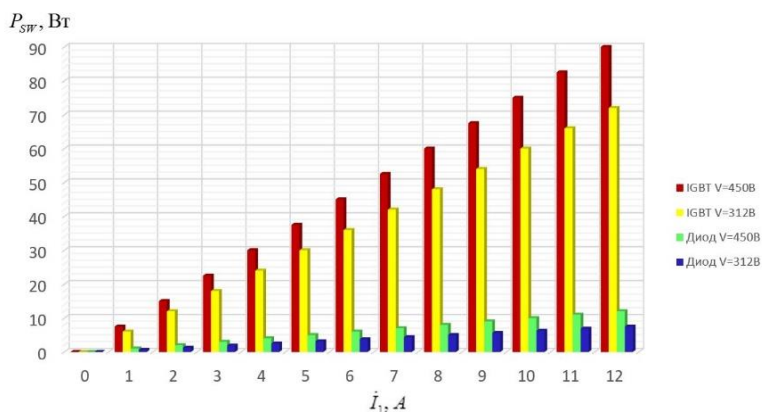


Рисунок 3 - Динамические потери на IGBT и инверсных диодах

Частота коммутации – 12кГц; максимальный коэффициент заполнения импульса – 0,8; температура кристалла – 150°С).

Исследования показали, что применение унифицированных цепей формирования траектории рабочей точки транзистора, позволяют снизить амплитуду токовых всплесков при включении IGBT до нескольких процентов относительно среднего значения коммутируемого тока. Установлена особенность применения снабберов для коммутации больших напряжений – малых токов и для малых напряжений – больших токов. Для данных условий работы снабберы при включении неэффективны за счет дополнительных потерь. Сравнение методик расчета потерь на IGBT и инверсных диодах для конкретного устройства и паспортных данных показали высокую адекватность.

Список литературы:

1. Hierholzer M. Application of High Power IGBT Modules // Nürnberg, Proc. Power Electronics /PCIM, 1996. – P.600-607.
2. Hertrich H. HITFET-A New Generation of Intelligent Low Side Switches // Nürnberg, Proc. Power Electronics /PCIM, 1995. – P.9-15.
3. F. Blaabjerg. Comparison of NPT and PT IGBT-devices for hard switching applications in Conference Record of the IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, Vol.2,1994, – P.1174 –1181.
4. Gerstenmaier Y.C. Short Circuit Ruggedness, Switching and Stationary Behaviour of New High Voltage IGBT in Measurement and Simulation // EPE, Sevilla, Proc., Vol.1, 1995. – P.583-588.
5. Сидоров И.Н. Малогабаритные магнитопроводы и сердечники // Справочник. М.: Радио и связь, 1989. – С.384.
6. А. Миронов. Магнитные материалы и магнитопроводы для импульсных источников питания // Радио, №6, 2000. – С.53-54.
7. Githiar A.N. A Comparison of IGBT Models for Use in Circuit Design // PESC, St. Louis, Proc., Vol. 2,1997. – P.1554-1560.
8. IGBT Modules Application note // The 5-th Generation CSTBT IGBT Chip use 12NF/24NF/24A Series / MITSUBISHI ELECTRIC,2007. – 77p.
9. Хансаа А. Гази Алькасра, Чернышов Н.Н., Слипченко Н.И., Писаренко В.М., М. Алкхавалдекс, Умяров К.Т., Башлий С.Ю., Сергеев П.Ю. Расчет потерь в резонансных преобразователях при режимах непрерывных и разрывных токов // Радиотехника /Всеукраинский сборник; №183, ХНУРЭ, 2015. – С.16-20.
10. Чернышов Н.Н., Хансаа А. Гази Алькасра, Писаренко Д.В. Исследование физических процессов в IGBT транзисторах при высокочастотном преобразовании электрической энергии // VIII Міжнародна наукова конференція “Фізичні явища в твердих тілах” / ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2015. – С.160.
11. Чернышов Н.Н., Хансаа А. Гази Алькасра, Слюсаренко А.А. Исследование резонансных инверторов электроэнергии при непрерывных и разрывных токах // Zbiór artykułów naukowych / Inżynieria i technologia. Nauka wczoraj, dzis, jutro. Warszawa, 28.02.2016. – С.16-20.
12. Чернышов Н.Н., Гордиенко Ю.Е., Писаренко В.М., Хансаа А. Гази Алькасра, Умяров К.Т. Математический анализ динамических потерь на IGBT транзисторах и методов их снижения // Радиотехника / Всеукраинский сборник; №180, ХНУРЭ, 2015. – С.72-75.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА IGBT ТРАНЗИСТОРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ

Чернышов Н.Н., канд. техн. наук, доцент,
Салманов В.П., студент,
Рыжкин П.П., студент,
Лысенко А.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

Аннотация. На основании условий работы IGBT рассмотрены процессы восстановления гармонических сигналов с использованием широтно-импульсной модуляции, проанализирована зависимость рассеиваемой мощности на IGBT и диоде в зависимости от длительности энергообмена через инверсные диоды, а также рассчитаны статические и динамические потери на IGBT и инверсных диодах.

Ключевые слова: инверсные диоды, потери мощности на IGBT, ШИМ регулирование, восстановление гармонического сигнала, полумостовая пара, рассеиваемая мощность на IGBT, статические потери, динамические потери.

Потери на IGBT при восстановлении гармонических сигналов посредством ШИМ могут быть описаны на примере полумостовой группы трехфазного IGBT модуля для управления трехфазным электродвигателем. Как и для схемы полного моста, достаточно рассмотреть диаграммы токов полумостовой пары, в состав которой входят 2 IGBT и 2 инверсных диода (рис. 1). Отличием этой схемы является то, что ток нагрузки и температура переходов непостоянны в статическом состоянии, и изменяются в зависимости от частоты восстанавливаемого сигнала (50 Гц, 60 Гц, 400 Гц и т.п.). Таким образом, динамические и статические потери на IGBT и диодах являются непостоянными в силу динамического изменения дозы энергии, передаваемой от первичного источника к нагрузке за один такт переключения.

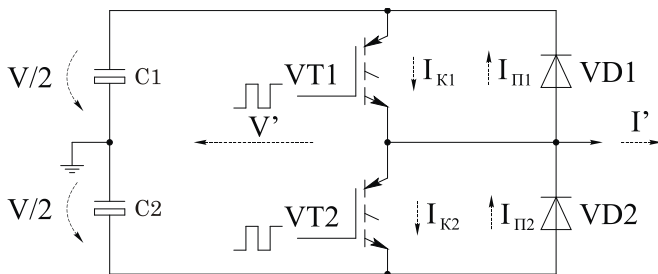


Рисунок 1 - Полумостовая пара трехфазного IGBT модуля с инверсными диодами

Потери мощности для силовых ключей с ШИМ регулированием отличается от стандартного метода тем, что коэффициент заполнения импульса при восстановлении гармонического сигнала постоянно изменяется. Для двухтактной схемы среднее за период значение напряжения на нагрузке равно

$$V_L = E(2\gamma - 1), \quad (1)$$

где E – напряжение питания инвертора; γ – коэффициент заполнения импульса.

Для формирования формы тока на нагрузке $I_L(\omega t) = I_L(\max) \sin \omega t$ требуется синусоидальное выходное напряжение инвертора:

$$V_L(\omega t) = V_L(\max) \sin(\omega t + \varphi) = I_L(\max) \cdot Z_L \sin(\omega t + \varphi), \quad (2)$$

где $Z_L = \sqrt{R_L + \omega L_L}$ – модуль комплексного сопротивления нагрузки обмотки двигателя; $\varphi = \arctg \frac{\omega L_L}{R_L}$ – угол сдвига между током и напряжением нагрузки.

При выполнении условия разницы между частотой ШИМ и частотой восстанавливаемого сигнала можно считать $V_L = v_L(\omega t)$. Тогда коэффициент заполнения импульсов при ШИМ регулировании можно представить в виде

$$\gamma(\omega t) = \frac{1}{2}(1 + m \sin(\omega t + \varphi)) \cdot \sin \omega t, \quad (3)$$

где $m = \frac{Z_L I_L(\max)}{E}$ – коэффициент модуляции.

Среднюю мощность потерь можно рассчитать по следующей методике:

Динамические потери на транзисторах

$$P_{ON} + P_{OFF} = (E_{ON} + E_{OFF}) \cdot f \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sin(\omega t) d(\omega t) = (E_{ON} + E_{OFF}) \cdot f \frac{1}{\pi}, \quad (4)$$

где E_{ON} – энергия потерь при включении силового ключа в схеме с индуктивной нагрузкой для заданного напряжения питания и амплитуды выходного тока; E_{OFF} – энергия потерь при выключении силового ключа в схеме с индуктивной нагрузкой для заданного напряжения питания и амплитуды выходного тока.

Статические потери на транзисторах

$$P_{COND} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} i_L(\omega t) \cdot V_{CE(ON)} \gamma(\omega t) d(\omega t) = I_L(\max) V_{CE(ON)} \left(\frac{1}{4} + \frac{m}{3\pi} \cos \varphi \right) \quad (5)$$

Динамические потери на инверсных диодах

$$P_{\pi} = \frac{E}{2} \frac{Q_{\pi}}{2} f = \frac{1}{4} I_{\pi} E t_{\pi} f, \quad (6)$$

где I_{π} – ток утечки диода; t_{π} – время обратного восстановления диода.

Статические потери на диодах

$$P_{DCOND} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} i_L(\omega t) \cdot V_{DF} (1 - \gamma(\omega t)) d(\omega t) = I_L(\max) V_{DF} \left(\frac{1}{4} - \frac{m}{3\pi} \cos \varphi \right) \quad (7)$$

В общем случае для восстановления гармонического сигнала посредством преобразования на повышенной частоте применяется ШИМ, при которой осуществляется компарация мгновенного значения гармонического сигнала и последовательности пилообразных импульсов. Следует отметить, что в настоящее время широкое распространение для систем управления асинхронными частотно-регулируемыми электроприводами получила серия интегральных схем DSC-контроллеров производства Freescale семейства 56F8xxx. Данная серия контроллеров позволяет (помимо существующих функций) программировать пользовательские функции, а система интерфейсов позволяет осуществлять дополнительное управление с применением сторонних микроконтроллеров и микропроцессоров. Это дает возможность расширить номенклатуру средств работы данного семейства DSC-контроллеров, расширить диапазон мощностей управляемых приводов сотен кВт, осуществлять дополнительные сервисные и защитные функции, применять нечеткую логику при работе электродвигателя в многопараметрической системе. Расчеты в

данном разделе приведены для линейного режима, когда частота ШИМ на 2 порядка превышает частоту восстанавливаемого сигнала [1]. При импульсном восстановлении гармонических сигналов введем коэффициент модуляции m , который будет определять отношение амплитуды основной гармоники восстанавливаемого входного сигнала и половины амплитуды напряжения питания силового каскада. Формы токов и напряжений на IGBT и диодах (рис. 2), сдвинутые относительно друг друга по времени, являются идентичными в области знакопеременных полувольт сигнала по причине симметрии выходного каскада и того, что восстанавливаемый сигнал – гармонический. Следовательно, описание форм токов и потерь достаточно выполнить для одного полуцикла.

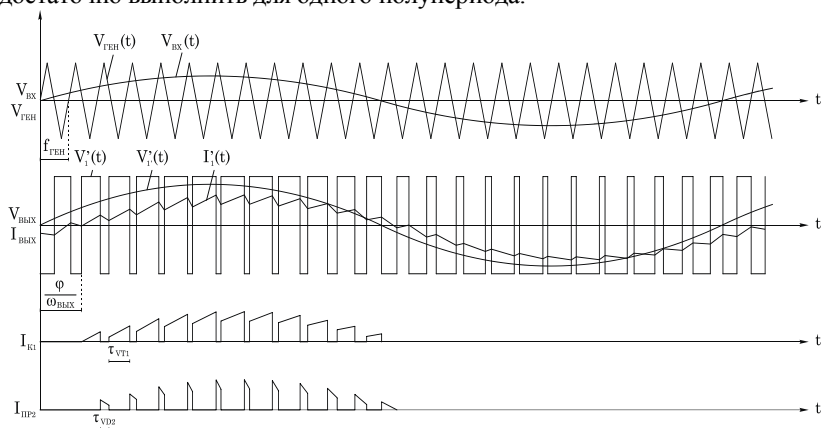


Рисунок 2 - Диаграммы входных и выходных напряжений и токов на элементах полумостовой пары при восстановлении синусоидального сигнала

Наиболее адекватным методом анализа потерь на IGBT транзисторах и инверсных диодах может быть использована аппроксимация характеристик этих элементов посредством полиномиальных уравнений. Данный метод предполагает определение: зависимостей падения напряжения на транзисторах и диодах в открытом состоянии от коммутируемого тока и температуры кристалла; зависимостей рассеиваемой энергии при коммутации от тока нагрузки; напряжения линии питания и температуры кристалла, полиномиальным уравнением $y = f(x) = Ax^2 + Bx + C$. Это уравнение можно решить с достаточным уровнем точности при помощи большинства современных

пакетов для математического моделирования методом подгонки кривых. Коэффициенты А, В, С являются обобщающими для искомых параметров. Параметры IGBT и инверсных диодов могут быть взяты в документации на эти элементы, либо определены экспериментально [2].

Зададимся следующими упрощениями:

– всплески токов на частоте коммутации малы по сравнению с величиной тока за период (достигается при введении в схему дополнительных снабберов);

– температура кристаллов транзисторов и инверсных диодов постоянна (допускается, если частота восстанавливаемого сигнала постоянна);

– собственная задержка переключения IGBT и диодов пренебрежительно мала по сравнению с длительностью импульса;

– модуляция линейна.

Используя аппроксимацию выходной характеристики IGBT и ВАХ диода в первом квадранте в соответствии с уравнением $y = Bx + C$.

Учитывая температурные коэффициенты падения напряжения, могут быть получены следующие уравнения для статических потерь:

для IGBT

$$P_{\text{ПР/Т}} = \left(\frac{1}{2} - \frac{\tau_{\text{ДТ}}}{T} \right) \left(\frac{B_{\text{ПР/Т}}}{4} \cdot I_1^2 + \frac{C_{\text{ПР/Т}}}{\pi} \cdot I_1' \right) + m \cdot \cos \varphi \cdot \left(\frac{B_{\text{ПР/Т}}}{3\pi} \cdot I_1^2 + \frac{C_{\text{ПР/Т}}}{8} \cdot I_1' \right) \quad (8)$$

для инверсных диодов

$$P_{\text{ПР/Д}} = \left(\frac{1}{2} + \frac{\tau_{\text{ДТ}}}{T} \right) \left(\frac{B_{\text{ПР/Д}}}{4} \cdot I_1^2 + \frac{C_{\text{ПР/Д}}}{\pi} \cdot I_1' \right) - m \cdot \cos \varphi \cdot \left(\frac{B_{\text{ПР/Д}}}{3\pi} \cdot I_1^2 + \frac{C_{\text{ПР/Д}}}{8} \cdot I_1' \right), \quad (9)$$

где $\tau_{\text{ДТ}}$ – время, в течение которого происходит энергообмен через инверсные диоды.

На рис. 3 приведена зависимость отношения общей выделяемой мощности без инверсных диодов к общей выделяемой мощности при условии наличия инверсных диодов в зависимости от длительности энергообмена с ними. Уравнения для динамических потерь получены в результате аппроксимации зависимости потерь от величины коммутируемого с учетом температурных коэффициентов и величины напряжения питания в соответствии с $y = Ax^2 + Bx$:

для IGBT

$$P_{\text{ON+OFF/Т}} = f \cdot I_1' \cdot \left(\frac{A_{\text{ON+OFF/Т}}}{4} \cdot I_1' + \frac{B_{\text{ON+OFF/Т}}}{\pi} \right) \quad (10)$$

для инверсных диодов

$$P_{\text{OFF/D}} = f \cdot I_1' \cdot \left(\frac{A_{\text{OFF/D}}}{4} \cdot I_1' + \frac{B_{\text{OFF/D}}}{\pi} \right) \quad (11)$$

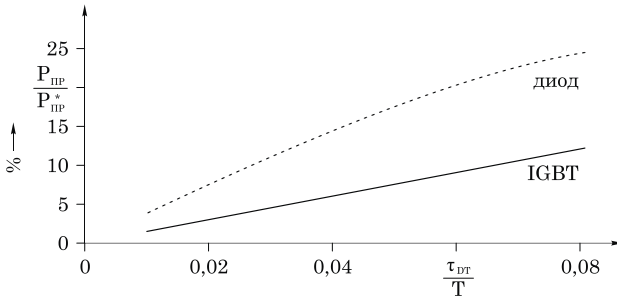


Рисунок 3 - Зависимость рассеиваемой мощности на IGBT и диоде от длительности времени энергообмена

Результаты расчетов отображены на рис. 4 и рис. 5 для трехфазного IGBT модуля 600В×16А IRAMX16UP60А серии IMOTION производства International Rectifie (частота коммутации – 12кГц; максимальный коэффициент заполнения импульса – 0,8; температура кристалла – 150°С) [2-5].

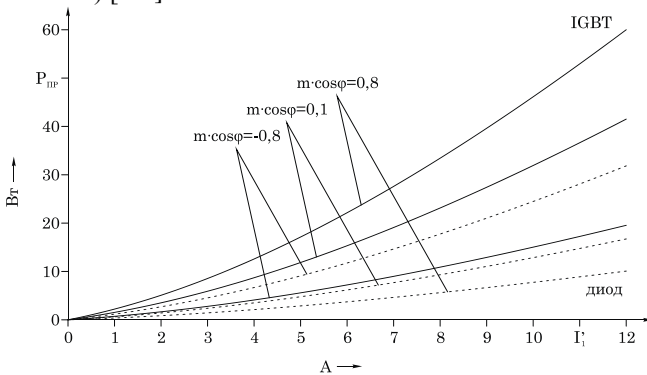


Рисунок 4 - Статические потери на IGBT и инверсных диодах для различных значений коэффициента модуляции

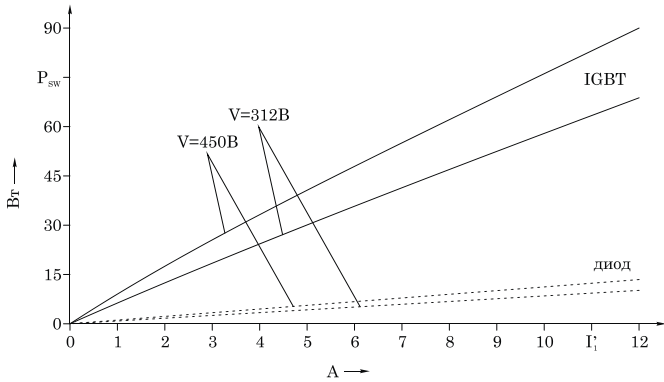


Рисунок 5 - Динамические потери на IGBT и инверсных диодах для различных значений напряжения питания силового каскада

Сравнение полученных теоретически данных с приведенными данными показаны на рис. 6. на основании документации силового модуля.

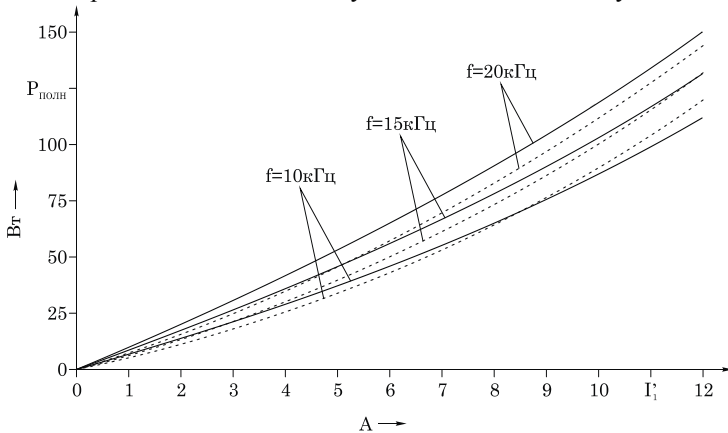


Рисунок 6 - Расчет потерь и заявленные разработчиком потери на силовом модуле IRAMX16UP60A для различных частот

Практическое значение статьи заключается в исследовании гармонических сигналов с использованием широтно-импульсной модуляции в IGBT. В статье проанализирована зависимость рассеиваемой мощности на IGBT и диоде в зависимости от длительности

энергообмена через инверсные диоды, а также рассчитаны статические и динамические потери на IGBT и инверсных диодах. Результаты исследований данной методики расчета потерь на IGBT и инверсных диодах показали высокую адекватность.

Список литературы:

1. Чернышов Н.Н., Писаренко В.М., Умяров К.Т., Хансаа А. Гази Алькаса. Исследование динамических потерь на IGBT транзисторах при работе силовых каскадов на индукционную нагрузку // Applied radio electronics; v.13, №4 / Academy of sciences of applied radio electronics, 2014. – С.440-443.
2. Чернышов Н.Н., Писаренко В.М., Умяров К.Т., Хансаа А. Гази Алькаса, Шматько А.В., Коник А.Ю. Расчет динамических характеристик и процессов восстановления гармонических сигналов IGBT транзисторов // Радиотехника / Всеукраинский сборник; №179, ХНУРЭ, 2014. – С.76-83.
3. Khansaa A. Ghazi, Chernyshov N.N., Pisarenko V.M., Umyarov K.T. Studying physical processes in crystals without inversion centre // Radioelectronics & informatics; №3, KhNURE, 2014. – P.11-14.
4. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. - М.: Техносфера, 2006. – 632с.
5. Hierholzer M. Application of High Power IGBT Modules. PCIM 1996, Nürnberg, Proc. Power Electronics. – P.600-607.

СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С ИЗОЛИРОВАННЫМ ЗАТВОРОМ

**Чернышов Н.Н., канд. техн. наук, доцент,
Куюмчиев М.С., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрены выходные статические ВАХ биполярных транзисторов с изолированным затвором. Рассмотрены процессы переключения IGBT, т.е. их динамические характеристики, представлены осциллограммы данных процессов.

Ключевые слова: IGBT, MOSFET, МДП (металл-диэлектрик-полупроводниковый полевой транзистор), ток отсечки, прямое включение, рабочая точка, канал, сопротивление канала, прямое и обратное напряжение, область безопасной работы.

Режим работы схемы определяет диапазон изменений амплитуды удерживаемых напряжений и коммутируемых токов, соответственно, в закрытом и открытом состояниях. Таким образом, наибольшее внимание уделяется зависимости параметров конкретного прибора от воздействия выходных токов и напряжений. Для самого ключевого прибора связь выходного тока и напряжения задается выходной характеристикой. Это одна из самых главных характеристик, определяющих максимально возможный ток, который протекает через транзистор, при определенном входном напряжении для заданного входного воздействия. По аналогии с MOSFET, ток отсечки коллектор-эмиттер I_{CES} между коллектором и эмиттером очень мал, если напряжение коллектор-эмиттер V_{CE} положительное и напряжение затвор-эмиттер V_{GE} ниже порогового напряжения $V_{GE(th)}$. С ростом V_{CE} значение I_{CES} также увеличивается. При превышении определенного максимального напряжения коллектор-эмиттер V_{CES} , происходит лавинный пробой перехода p^+ область / n^- дрейфовая зона / n^+ эпитаксиальный слой (напряжение пробоя $V_{(BR)CES}$). Выходные ВАХ IGBT приведены на рис. 1. Данные ВАХ являются статическими, то есть для ключевого режима работы состояние транзистора по выходу определяется перемещением его рабочей точки вдоль линии нагрузки [1].

биполярного транзистора. Однако, база и эмиттер практически закорочены металлизацией эмиттера и разделены только боковым сопротивлением p^+ области. При некоторых структурных улучшениях биполярных транзисторов с изолированным затвором, ток лавинного пробоя в ячейке удерживается на минимальном уровне, что приводит к высокой стабильности при прямом напряжении в выключенном состоянии.

В прямом запираемом включении обратный ток $I_{СИ.НАС}$ (I_{DSS}) или $I_{КЭ.НАС}$ (I_{CES}) увеличивается незначительно по мере увеличения обратного напряжения. Лавинный пробой возникает при превышении максимального длительного обратного напряжения $V_{СИ.НАС}$ (V_{DSS}) или $V_{КЭ.НАС}$ (V_{CES}). Различные конструкции современных MOSFET создают “лавинную стабильность”, когда для каждого кристалла допустима индивидуальная лавинная энергия E_A . Однако у мощных модулей некоторые кристаллы MOSFET при отличающемся запирающем напряжении часто соединяются параллельно [3].

Процессы переключения IGBT во многом похожи на процессы переключения MOSFET. Этап включения состоит из стадии задержки $t_{D(on)}$ и нарастания тока коллектора. Временные параметры определяются следующими равенствами

$$t_{D(on)} = R_{IN} C_{IN} \ln \frac{E_{IN}^+ + E_{IN}^-}{E_{IN}^+ - E_0}; \quad (3)$$

$$t_r \approx R_{IN} C_{GC} \ln \frac{E}{E_{IN}^+ - V_{TH}}, \quad (4)$$

$$t_s \approx 3R_{IN} C_{IN}. \quad (5)$$

При переключении входного сигнала до отрицательного значения E_{IN} начинается процесс выключения, первый этап которого представляет собой некоторую задержку включения $t_{D(off)}$, которая описывается уравнениями (3-5). Затем наступает стадия спада коллекторного тока, которая условно разделяется на две фазы: инжекционную и рекомбинационную. Инжекционная фаза характеризуется относительно высокой скоростью изменения тока

$$\frac{di_C}{dt} \approx - \frac{V_{TH} + E_{IN}^-}{R_L R_{IN} C_{GC}}. \quad (6)$$

На этапе спада тока входное напряжение уменьшается и при значении

$$V_{GC} \approx V_0 + \frac{I_0}{S}, \quad (7)$$

где I_0 – начальная амплитуда остаточного тока.

Инжекционная фаза переходит в рекомбинационную, а скорость спада

$$i_C(t) \approx kQe^{-\frac{t}{\tau}}; kQ = I_0, \quad (8)$$

где Q – накопленный заряд неосновных носителей; τ – время жизни неосновных носителей; k – коэффициент пропорциональности.

Осциллограммы процессов переключения приведены на рис. 2. Напряжения пробоя MOSFET и IGBT транзисторов увеличиваются с ростом температуры. Если силовые модули используются при очень низких окружающих температурах, то необходимо учесть, что значения $V_{СИ.НАС}$ (V_{DSS}) или $V_{КЭ.НАС}$ (V_{CES}), приведенные в документации, соответствуют окружающей температуре – 25°C.

В прямом включении MOSFET и IGBT имеют различные характеристики. MOSFET ведет себя подобно обычному активному сопротивлению, то есть напряжение сток-исток будет прямо пропорционально току стока (I_C). Коэффициент пропорциональности равен сопротивлению канала сток-исток в открытом состоянии $R_{СИ(ВКЛ)}$ ($R_{DS(ON)}$), которое определяет потери проводимости $P_{ПОТ}$ (P_{COND}) в полном проводящем состоянии (мощность потерь $P_{ПОТ} = I_{C2} \cdot R_{СИ(ВКЛ)}$). $R_{СИ(ВКЛ)}$ увеличивается с ростом температуры перехода $T_{ПЕР}$ (T_J) в соответствии со следующим выражением [4]

$$\frac{R_{СИ(ВКЛ)}(T_{ПЕР})}{R_{СИ(ВКЛ)}(25^\circ\text{C})} = \left(1 + \frac{\alpha}{100}\right)^{T_{ПЕР}-25^\circ\text{C}}, \quad (9)$$

где $\alpha = 0,6 \dots 0,9$.

Для температуры $T_{ПЕР} = 125^\circ\text{C}$ значение сопротивления приблизительно удваивается относительно значения $R_{СИ(ВКЛ)}$ ($R_{DS(ON)}$), приведенного в документации для температуры – 25°C. Характеристика IGBT в прямом включении и состоянии насыщения может быть представлена в виде линейной замещающей характеристики, аналогичной диодам [5]

$$V_{КЭ.НАС} = V_{КЭ}(T_0) + r_{КЭ} I_K. \quad (10)$$

Температурный коэффициент $V_{КЭ}(T_0)$ и $r_{КЭ}$ для кристаллов IGBT – положительный. Это означает, что $V_{КЭ.НАС}$ нарастает одновременно с ростом температуры. Данная особенность делает возможным параллельное соединение, которое используется в силовых модулях.

Для большинства серий IGBT модулей напряжение коллектор-эмиттер в режиме насыщения $V_{КЭ.НАС}$ (V_{CESAT}) и прямое падение напряжение на диоде $V_{пр}$ (V_F) приводятся в документации на уровне кристалла. Данные значения могут использоваться для определения соотношения потерь мощности IGBT и диодов. При тяжелой

коммутации индуктивных нагрузок транзисторы должны работать при прямоугольной рабочей кривой, которая показывает зависимость между рабочим напряжением и током нагрузки [5].

Область безопасной работы (ОБР) определяет границы интервала надежной работы транзистора в пределах заданных условий перегрузки. Используется несколько видов диаграмм ОБР:

- ОБР для одноимпульсного режима работы с указанием параметров (t_p – длительность импульса; $T_C = 25\text{ }^\circ\text{C}$; $T_J \leq T_{JMAX}$) и периодическим включением [6];

- ОБР с обратным смещением для периодических выключений с $T_J \leq T_{JMAX}$ и заданном $V_{3Э}$ (V_{GE}) [7];

- ОБР с использованием неперiodического выключения тока короткого замыкания при $T_J \leq T_{JMAX}$ и заданной длительности тока короткого замыкания [8];

- ОБР с использованием индуктивности схемы и напряжения затвор-эмиттер (число коротких замыканий ограничено с интервалами между замыканиями не менее 1 сек).

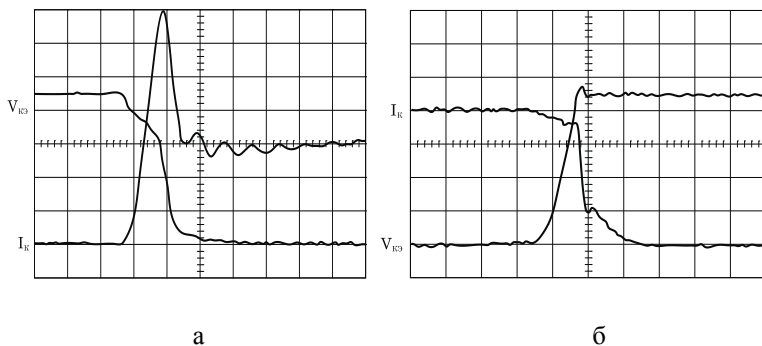


Рисунок 2 - Осциллограммы процессов переключения IGBT (а – процесс включения; б – процесс выключения (100 В/дел; 5 А/дел))

Для IGBT и номинальным напряжением в диапазоне 600-1200 В. Для полного включения падение напряжения находится в диапазоне 1,5-3,5 В. Это значительно меньше, чем характерное падение напряжения на силовых MOSFET в проводящем состоянии с такими же номинальными напряжениями. С другой стороны, IGBT 200 В и меньше имеют более низкое значение напряжения во включенном состоянии. По быстродействию IGBT уступают MOSFET. Типичные

значения времени распределения накопленного заряда и спада тока при выключении IGBT находятся в диапазонах 0,2-0,4 и 0,2-1,5 мкс, соответственно. Область безопасной работы IGBT позволяет успешно обеспечить его надежную работу без применения дополнительных цепей формирования траектории переключения при частотах от 10 до 20 кГц для модулей с номинальными токами в несколько сотен ампер. Такими качествами не обладают биполярные транзисторы, соединенные по схеме Дарлингтона. Полевые транзисторы заменили биполярные транзисторы в ключевых источниках питания с напряжением до 500 В, а дискретные IGBT заменили источники питания с напряжением до 3500 В. В последних разработках силовых модулей применены кристаллы IGBT транзисторов, выполненные по планарной технологии SPT, или кристаллы MOSFET и IGBT транзисторов с пазовой структурой затвора. Более подробная информация по специфическим особенностям компонентов можно найти в соответствующей документации или руководстве по применению “IGBT and MOSFET Power Modules Application Manual” [9].

Вследствие своей структуры MOSFET транзисторы проводят электрический ток в обратном направлении. Но данные “инверсные” диоды обладают плохими динамическими характеристиками, что ограничивает возможность применения MOSFET транзисторов в мостовых схемах, особенно при наличии высоких напряжений. IGBT элемент, не проводит электрический ток в обратном направлении. Поскольку обратное напряжение мало и обычно не требуется в стандартных схемах, то в состав модулей вводятся неуправляемые диоды, включенные антипараллельно IGBT.

Список литературы:

1. Чернышов Н.Н., Хансаа А. Гази Алькаса, Слюсаренко А.А. Исследование резонансных инверторов электроэнергии при непрерывных и разрывных токах // Сборник научных статей / Техника и технология. Наука вчера, сегодня, завтра; Варшава, 28.02.2016. – С.16-20.
2. Хансаа А. Гази Алькаса, Чернышов Н.Н., Слипченко Н.И., Писаренко В.М., М. Алкхавалдекс, Умяров К.Т., Башлий С.Ю., Сергеев П.Ю. Расчет потерь в резонансных преобразователях при режимах непрерывных и разрывных токов // Радиотехника / Всеукраинский сборник; №183, ХНУРЭ, 2015. – С.16-20.
3. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. - М.: Техносфера, 2006. – 632с.

4. Hierholzer M. Application of High Power IGBT Modules. PCIM 1996, Nürnberg, Proc. Power Electronics. – P.600-607.
5. Constapel R., Korec J., Baliga B.J. Trench-IGBTs with Integrated Diverter Structures // ISPSD 1995, Yokohama, Proc. – P.201-206.
6. Jonathan Dodge, John Hess // IGBT Tutorial. Advanced power technology. 2001. – P.15.
7. Резников А., Воронин П., Щепкин Н. Гибридный IGBT – статические и динамические характеристики // Силовая электроника. №3. 2006. – С.28-30.
8. Practical Considerations In High Performance MOSFET, IGBT and MCT gate drive circuits // Application Note / Texas Instruments. 1999. – P.16.
9. Githiar, A.N. A Comparison of IGBT Models for Use in Circuit Design // PESC 1997, St. Louis, Proc., Vol. II. – P.1554-1560.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ROS, GAZEBO

Юдин Д.А., канд. тех. наук, доцент,
Вашенко Р.А., канд. тех. наук, ст. преподаватель,
Черняев М.Ю.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос осуществления имитационного моделирования объектов робототехники. Проводится сравнительный анализ существующих программных решений. Описывается процесс компьютерной симуляции полета беспилотного летательного аппарата с помощью программного комплекса Robotic Operation System и среды моделирования Gazebo. Приводятся результаты исследования.

Ключевые слова: имитационная модель, беспилотный летательный аппарат, ROS, Gazebo.

Будущее развития робототехники, в том числе беспилотных летательных аппаратов - это качественное моделирование [1], которое позволяет быстрее разрабатывать и повышать производительность за счет сокращения процесса проб и ошибок при постоянном тестировании на физических машинах.

Но поскольку моделирование беспилотного летательного аппарата распространяется на моделирование всей роботизированной системы, включая роение, поиск путей, экологическую осведомленность, автономное картографирование и навигацию без GPS, необходимы как можно более мощные инструменты.

В ходе исследований было проанализировано три основных программных комплекса [2-4] для решения поставленной задачи. Стоит отметить, что приведены лишь некоторые системы, характерные для своего класса, интересные с точки зрения критериев, определенных спецификой задачи. Основные характеристики рассмотренных систем отображены в таблице 1.

В результате оценки и сравнения выбрана связка ROS и Gazebo. Для симуляции поведения группы роботов была использована модель робота в ROS: квадрокоптер Nector Quadrotor [5]. Достоинством данной модели является её широкая популярность в исследовательских работах,

наличие различных плагинов взаимодействия в симуляторе Gazebo и в робототехнической операционной системе ROS.

Таблица 1 - Сравнительная характеристика рассмотренных систем

Название	MSRS	ROS + Gazebo	Webots
Параметры			
Гибкость физических настроек	Низкая	Высокая	Высокая
Возможность проектирования произвольных роботов	Да	Да	Да
Удобство импортирования моделей из средств твердотельного моделирования	Низкое	Низкое	Низкое
Открытый исходный код	Нет	Да	Нет
Наличие визуального языка программирования	Да	Нет	Нет
Возможность загрузки управляющей программы в реального робота	Нет	Да	Нет

Модель квадрокоптера Hector Quadrotor, поддерживаемая ROS и доступная в библиотеке моделей Gazebo, может включать в себя лазерный дальномер, камеру и другие датчики. Прототипом такого квадросоторного БПЛА являются квадрокоптеры, зачастую собираемые вручную из небольших, легких элементов конструкции и электромеханических компонентов с низким энергопотреблением, как, например, квадрокоптер, показанный на рис.1,а. Модель из Gazebo для квадрокоптера Hector Quadrotor представлена на рис.1,б.



Рисунок 1 - Четырехроторный БПЛА: фото (а) и модель из Gazebo (б)

Для управления моделью квадрокоптера использовался плагин `geometry_msgs` [6]. Модель принимает сообщения `geometry_msgs / Twist` по теме `cmd_vel`, как и многие другие роботы в ROS. Структура входных данных имеет следующий вид:

'[3.0, 0.0, 0.0]' '[0.0, 0.0, 2]' – сообщение `geometry_msgs/Twist`, имеющее два вектора: `linear` и `angular`, каждый из которых состоит из трех числовых элементов с плавающей точкой. '[3.0, 0.0, 0.0]' становится линейным значением с $x=3$, $y=0$, $z=0$ и '[0.0, 0.0, 2]' является угловым значением с $x=0$, $y=0$, $z=2$. Эти аргументы имеют YAML – синтаксис. Опубликовать сообщение в тему можно вручную:

```
rostopic pub -1 /cmd_vel geometry_msgs/Twist -- '[0.0, 0.0, 0.3]' '[0.0, 0.0, 0.0]'
```

На основе передачи команд плагину, была написана управляющая программа на языке Python, позволяющая осуществлять управление посредством нажатия клавиш. Скрипт запускается как узел ROS:

```
$ roscore
$ rosrn teleop_twist_keyboard teleop_twist_keyboard.py
```

В процессе работы данного скрипта на тему `/cmd_vel` узел `teleop_twist_keyboard` публикует сообщения каждый раз, когда была нажата клавиша на клавиатуре.

Для представления вычислительного графа ROS в графическом виде, представляется инструмент `rqt_graph` [7]. Схема вычислительного графа показывает все активные узлы и темы, которые их связывают.

```
$ rosrn rqt_graph rqt_graph
```

Видно, что узел `teleop_twist_keyboard` публикует сообщения в тему `/cmd_vel`, а узел `rostopic` подписывается на эту тему (рис.2).

В результате проведенных исследований была получена адекватная модель беспилотного летательного аппарата, позволяющая отлаживать алгоритмы управления и удовлетворяющая основным показателям качества:

- надежность (модель способно поддерживать работоспособное состояние в заданных условиях);
- функциональность (способность подучать необходимый результат при моделировании);
- эффективность (способность обеспечивать работоспособность по отношению к выделяемым для этого ресурсам);
- сопровождаемость (минимизация усилий при внесении изменений для устранения ошибок и модификации);

Исследования выполнены при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках проекта Госзадание №2.1396.2017/4.6

Список литературы:

1. Бондаревский, А.С. Имитационное моделирование: определение, применимость и техническая реализация / А.С. Бондаревский А.В. Лебедев // Фундаментальные Исследования. 2011. № 12-3
2. Использование симуляторов в робототехнике [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://m.habr.com/company/robotgeeks/blog/2589/> (Дата обращения: 18.12.2018)
3. Гай В. Microsoft Robotics Developer Studio. Программирование алгоритмов управления роботами. -М.: ЭКОМ Паблишерз. 2012. - 184 с.:
4. Gazebo [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://gazebosim.org/> (Дата обращения: 20.12.2018)
5. Hector_quadrotor [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://wiki.ros.org/hector_quadrotor (Дата обращения: 15.11.2018)
6. ROS Documentation (geometry_msgs) [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://wiki.ros.org/geometry_msgs (Дата обращения: 16.12.2018)
7. ROS Documentation (rqt_graph) [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: http://wiki.ros.org/rqt_graph (Дата обращения: 16.12.2018)
8. ROS на практике [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <http://robotosha.ru/robotics/ros-practice.html> (Дата обращения: 15.11.2018)
9. Компьютерное моделирование устройств робототехники [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: https://knowledge.allbest.ru/programming/3c0b65635b3ad78b5d43b89521306d26_0.html (Дата обращения: 15.12.2018)

11. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

ОЦЕНКА ГОЛОЛЕДНЫХ ЯВЛЕНИЙ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ТОМАРОВКИ

Авербух М.А., д-р техн. наук,
Шутенко Д.А., бакалавр

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье рассматриваются климатические особенности Томаровки, приведены среднегодовые значения температуры, ее максимальные и минимальные значения, также в данной статье произведен механический расчет опоры, с целью выявления действующих на нее нагрузок.

Ключевые слова: среднегодовая температура, климатический район, район по гололеду, удельная нагрузка.

Томаровка — это посёлок городского типа в Яковлевском районе Белгородской области России. Расположен в верховьях реки Ворсклы, притока Днепра. В Томаровке средняя годовая температура составляет 6,7 °С, выпадает около 575 мм осадков в год даже во время самого засушливого месяца. Самый теплый месяц года - Июль со средней температурой 19,7 °С. Средняя температура в Январь - -7,7 °С. Это самая низкая средняя температура в течение года [1].

Изменения температуры в течение статистического года представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 - Годовые значения температуры

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Средняя температура (°С)	-7.7	-6.8	-1.4	8	15	18.2	19.7	19	13.6	6.8	0.3	-4.3
Минимум (°С)	-10.8	-10.1	-4.6	3.4	9.6	13	14.6	13.6	8.7	2.9	-2.3	-6.9
Максимум (°С)	-4.5	-3.5	1.9	12.7	20.4	23.5	24.9	24.4	18.5	10.8	2.9	-1.6

Количество осадков в самом влажном месяце и количество осадков в самом засушливом отличаются на 41 миллиметр. Изменение средней

температуры и продолжительности всего года составляет 27,4 °С [1]. Томаровка, будучи в составе Белгородской области, относится ко 2-3 району по гололеду, для которых нормативная толщина стенки гололеда составляет 5-10 мм соответственно, район по давлению ветра 2, и, следовательно, максимальное ветровое давление составляет -40 даН/м^2 , максимальная скорость ветра 25 м/с с повторяемостью 1 раз в 5 лет.

На рисунке 1 представлен фрагмент поопорной схемы электроснабжения Томаровки с эскизами размещения опор.

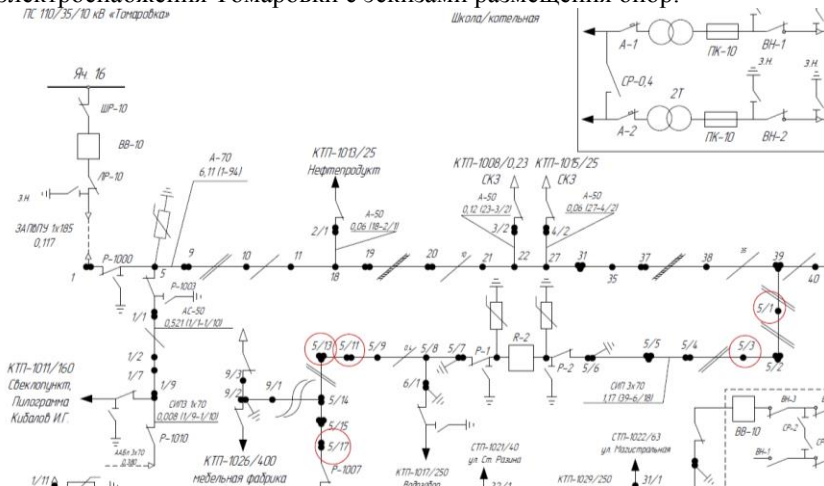


Рисунок 1 - Фрагмент поопорной схемы электроснабжения Томаровки

Как следует из вышесказанного толщина гололеда может достигать критических значений в весенне-осенний период и во время оттепели. Для определения средств и технических решений по борьбе с гололедом необходимо произвести механический расчет на примере ЛЭП 10 кВ.

Рассмотрим промежуточную опору П20-3Н с самонесущим изолирующим проводом. Технические параметры СИП3 1x70 представлены в таблице 2 [3, стр. 123].

Таблица 2 - Технические параметры СИП3x70

Диаметр несущей жилы, мм	Диаметр провода, мм	Масса провода, кг/м	Разрывное усилие несущей жилы, кН	Модуль упругости несущей жилы, Н/мм ²	Коэффициент линейного расширения, град ⁻¹
d_0	d	ρ_1	T	E	α
9,95	15	0,282	20,6	6250	23×10^6

Фактическое сечение несущей жилы провода:

$$F_0 = \frac{\pi \times d_0^2}{4} = \frac{3,14 \times 9,95^2}{4} = 77,717 \text{ (мм)}$$

Произведём механический расчет используемого провода для оценки действующих на него нагрузок. Также при ведении расчет мы принимаем все виды обледенения, как чистый гололед цилиндрической формы плотностью $g_0 = 900 \text{ кг/м}^3$, и что гололедная стенка обладает одинаковой толщиной по всей своей длине [4, стр. 31]. Поскольку максимально допустимые значения толщины стенки гололеда для Белгородской области и Томаровки соответствуют третьему району по гололеду, то и весь дальнейший расчет будем вести с учетом именно этих значений [2, п.2.4.11., табл.2.5.1.].

1. Удельная нагрузка от собственного веса провода – λ_1 [4, стр. 30]:

$$\gamma_1 = \frac{\rho_1}{F_0} = \frac{0,282}{77,717} = 3,629 \times 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

2. Удельная нагрузка от веса гололеда λ_2 . Коэффициент надежности по ответственности равен: 1 - для ВЛ до 220 кВ; региональный коэффициент принимаем $K_p = 1,6$ - для районов по гололеду III и выше; коэффициент условий работы $K_d = 0,5$.

$$\gamma_2 = \frac{\rho_0 \times \pi \times b_r \times (d + b_r) \times K_n \times K_p \times K_f \times K_d}{F_0} = 0,109 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

3. Удельная нагрузка от собственного веса провода и веса гололеда – λ_3 [5, стр. 60]:

$$\gamma_3 = \gamma_1 + \gamma_2 = 0,109 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

4. Удельная нагрузка от давления ветра, действующего перпендикулярно проводу при отсутствии гололеда – λ_4 ; Коэффициент, учитывающий влияние длины пролета на ветровую нагрузку, равный 1,2 при длине пролета до 50м; $K_1 = 1,2$; Коэффициент неравномерности давления, оказываемого ветром по пролету ВЛ, равен 0,85 при давлении ветра 40 даН/м²; коэффициент лобового сопротивления, для СИП равен 1,1; коэффициент надежности по нагрузке ветра равен 1,1 [5, стр. 61].

$$\gamma_4 = \frac{q \times K_1 \times \alpha_\omega \times C_x \times K_n \times K_p \times K_f \times d}{F_0} = 14,293 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

5. Удельная нагрузка от давления ветра, действующего перпендикулярно проводу, при наличии гололеда – λ_5 $q = 0,25 \times q_{max}$ [5, стр. 61]

$$\gamma_5 = \frac{q \times K_1 \times \alpha_\omega \times C_x \times (d + b_r) \times K_n \times K_p \times K_f}{F_0} = 5,955 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

6. Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода без гололеда – λ_6 [5, стр. 62]:

$$\gamma_6 = \sqrt{\gamma_1^2 + \gamma_4^2} = 14,293 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

7. Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода, покрытого гололедом – λ_7 [5, стр. 62]:

$$\gamma_7 = \sqrt{\gamma_3^2 + \gamma_5^2} = 14,293 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$$

По статистике каждые раз в три года зима и осень в Белгородском районе более влажные с оттепелями. И в эти периоды толщина гололеда достигает 15 мм, что превышает норму. Поэтому обозначим режим, учитывающий толщину стенки гололеда в 15 мм, как аварийный и рассчитаем нагрузки. Расчет ведется аналогично. Полученные значения представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Значения нагрузок

	Для III района по гололеду	Для гололеда толщиной 15 мм
Удельная нагрузка от собственного веса провода – λ_1	3,629 $\times 10^{-3} \left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	3,629 $\times 10^{-3} \left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$
Удельная нагрузка от веса гололеда λ_2	0,109 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	0,16 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$
Удельная нагрузка от собственного веса провода и веса гололеда – λ_3	0,109 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	0,163 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$
Удельная нагрузка от давления ветра, действующего перпендикулярно проводу при отсутствии гололеда – λ_4	14,293 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	14,293 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$
Удельная нагрузка от давления ветра, действующего перпендикулярно проводу, при наличии гололеда – λ_5	5,955 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	7,146 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$
Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода без гололеда – λ_6	14,293 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	14,293 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$
Удельная нагрузка от давления ветра и веса провода, покрытого гололедом – λ_7	5,956 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$	7,148 $\left(\frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2} \right)$

Таким образом проведенные расчеты показали, что при допустимых значениях толщины стенки гололеда для Яковлевского района Белгородской области удельные нагрузки от веса гололеда составили $0,109 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$. С учетом ветровых нагрузок удельная нагрузка увеличена до $5,956 \frac{\text{Н}}{\text{м} \times \text{мм}^2}$. Даже в этом случае могут возникнуть аварийные явления, такие как обрыв проводов или разрушение изоляторов. При возможных максимальных значениях толщины стенки гололеда (15 мм) удельная нагрузка с учетом ветрового давления

составляет $7,148 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}$, а значит вероятность обрыва и разрушения изоляторов многократно возрастает, что подтверждается статистическими наблюдениями.

Список литературы:

1. <http://weatherarchive.ru/Pogoda/Belgorod#4>;
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7, Раздел 2. Глава 2.5. Воздушные линии электропередачи напряжением выше 1 кВ, Климатические условия и нагрузки. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2009.-280 с;
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. Учебник для вузов. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 592 с.
4. К.П. Крюков Конструкции и механический расчет ЛЭП, Л.: Энергия, 1979, — 312 с., ил.; Издание 2-е переработанное и дополненное.;
5. Поспелов Г.Е., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Проектирование. Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - Мн.: Выш. шк., 1988. - 308 с., ил.

ALTERNATIVE ENERGY. CRYOENERGY.

**Grishko B.M., senior lecturer,
Belovodskaya I.I., senior English lecturer,
Panisheva Y.S., 1st year student**
*Schuhov Belgorod State Technological University,
Belgorod, Russia.*

Annotation. This article considers the most modern type of alternative energy, which is able to replace exhaustible energy sources - cryoenergy. Reveals the principle of work and prospects of its development.

Keywords: alternative energy, cryoenergy, ecology.

Cryoenergy is the accumulation of excess energy by liquefying air in refrigeration units. This new product is already used in England. In power grids there are daily load drops and liquefaction of atmospheric air in the cryogenic accumulating power plant, made it possible to equalize the generation of energy from unstable sources (wind and solar power plants). For more than a hundred years, the components of the cryoaccumulator have been invented, but only today the idea has come to combine them all into one device.

As well as the idea of accumulating temporarily unclaimed energy, the installation itself and the principle of its operation are very simple. To accumulate excess energy, the air is cooled to a temperature of -196° . As a result of cooling, nitrogen and oxygen gases pass into a liquid state, which makes it possible to pump this liquid mixture into the storage with minimal losses. The storage is built in essence as a thermos, liquid air can be stored up to 7 days at atmospheric pressure. Further, in the event of a load drop in the power supply, the accumulated liquid air is used to equalize the load. The air from the storage enters the evaporator. In the evaporator, the air expands up to 700 times and thus drives the turbine. This is absolutely not necessary preheating, enough of the small temperature difference that would have been an abrupt release of stored energy of a liquid mixture.

The efficiency and effectiveness of the idea was tested on an experimental installation power, which is 5kW. At a large thermal power plant with a capacity of 100 MW, the cryogenic battery collected energy, which was saved at night with an efficiency of 50%, and if forced heating of the liquid mixture is used, the efficiency reaches 70%. And this figure is equal to the efficiency of the accumulating station.

Therefore, the whole cycle of cryoaccumulator operation can be divided into 3 stages:

— Liquefying the air mixture. Air enters the system by means of compressors, and it must be cleaned of various impurities. Dust and other solids remain in the filters, and two-layer adsorbers are used to purify the air from moisture, CO₂ and hydrocarbons.

— Storage in the liquid state. Dry and hot air enters the two-stage refrigeration unit, pre-air mixture under pressure is compressed to 40 ATM. In a cryogenic installation, the air, powering the turbine and cooling, loses a lot of thermal energy. Then the air mixture enters the expansion chamber at a slow rate. As a result, most of the air passes into the liquid phase with a temperature of -196°, and that part of the air that remained in the gaseous state, is fed back to the refrigeration unit. Liquid air is stored at atmospheric pressure in criteriaso that have double insulation.

— Release of energy. This process takes about 20 minutes. The release of energy occurs only when it is necessary to equalize the load in the mains. Therefore, with the help of powerful pumps, liquid air is pumped out of the storage and pumped into the evaporator. A sharp change in temperature leads to an instant expansion of the air. The rapid expansion drives the turbine, which in turn transmits torque to the gearbox and generator.

Cryoenergy has a great future, as the accumulation of excess energy does not require large areas and a special landscape as a hydroelectric power plant. The use of this new product will provide an opportunity to support and ensure the stable operation of unstable energy sources. Also, we would like to note the absolute environmental friendliness.

References:

1. "Большая советская энциклопедия", М., 1985 г.
2. Вендак О.Г., Гарин Ю.Н. "Криогенная электроника, М., 1977 г.
3. Джалли У.П. "Криоэлектроника", М., 1975 г.

ЭНЕРГИЯ СОЛНЦА

**Боровская О.Ю., ст. преподаватель,
Горбачев Ю.Ю., студент гр. Э-11.**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Из-за уменьшения объемов исчерпаемых ресурсов нынешнее общество ищет пути выхода из энергетического тупика. В качестве решения проблемы люди нашли нетрадиционные, или же как принято говорить, нетрадиционные источники энергии. Мы же рассмотрим энергию солнца, укажем как преобразуют его энергию и составим список достоинств и недостатков такого типа энергии.

Ключевые слова: солнечная энергия, альтернативный источник, энергия солнца, солнечная панель, электростанция.

В современном технологическом мире развивается тенденция к поиску нетрадиционных источников энергии. В связи с тем, что ресурсы в виде нефти, газа, угля и т. д. рано или поздно иссякнут. Этот тип источника энергии является исчерпаемым. Неиссякаемые источники включают энергию атома, ветра, воды, тепла земли, солнца. Мы рассмотрим энергию солнца.

Солнечная энергия - это тип энергии, основанный на использовании солнечного света для выработки энергии в любой форме.

Методы преобразования солнечной энергии для производства различных типов энергии можно разделить на следующие типы (которые будут рассматриваться далее): электрическая и гелиотермальная. Помимо вышеперечисленных типов есть солнечные аэростанции, термоэлектростанции.

Получение электрической энергии из энергии солнца основано на том факте, что солнечные лучи падают на фотоэлемент солнечной батареи, после чего возникает разность потенциалов и возникает ток. В настоящее время использование солнечных элементов широко распространено в различных видах человеческой деятельности. Так, солнечные батареи можно использовать для перезарядки батарей различной бытовой техники, для подзарядки электромобилей, для обеспечения электричеством зданий (крыши зданий сделаны из фотоэлементов) или небольших населенных пунктов, космической промышленности.

Китай - колыбель большой плавающей солнечной фермы. Его мощность составляет 40 МВт. Это решение является наиболее

выгодным для представителей поднебесной, так как меньше земли занято, испарение влаги с поверхности водоемов значительно меньше, что является отличной системой охлаждения для оборудования.

Солнечная тепловая энергия. Здесь подход другой, потому что солнечные лучи используются для нагрева сосуда жидкостью. Из-за превращения воды в пара приходит в движение паровая турбина. Самый яркий пример этой технологии - солнечная электростанция «Иванп» в пустыне Мохаве. Это самая большая солнечная тепловая станция в мире.

В конце я хотел бы подвести итог, указав преимущества и недостатки солнечной энергии.

Преимущества включают в себя следующее:

- Экологичность
- Низкая стоимость энергии
- Неиссякаемый источник энергии
- Наличие производства энергии
- индивидуальность
- Перспектива

К минусам относятся:

- Низкая эффективность
- Зависимость от погодных условий
- Зависимость от времени суток
- Высокая стоимость технологии производства оборудования

Список литературы:

1. Гибилиско Стэн Альтернативная энергетика без тайн/ Стэн Гибилиско [перевод с английского А.В. Соловьева]. – М. Эксмо, 2010 - 368 с.
2. <https://alter220.ru/solnce/solnechnaya-energiya.html>
3. <http://topor.info/hi-tech/solnechnaya-energetika>

ПОНЯТИЯ, ОГРАНИЧЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Губарева Е.А.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной статье представлен обзор состояния развития альтернативной энергетики в России. Рассмотрены факторы, которые сдерживают развитие нетрадиционных и возобновляемых источников энергии в нашей стране. Так же предложены пути решения сложившихся противоречий. Показана необходимость преодоленного развития альтернативной энергетики для повышения энергоснабжения, энергетической и экологической безопасности.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, возобновляемые источники энергии, природные ресурсы.

Источником энергии называется материальный объект или процесс, содержащий в себе или выделяющий энергию, которая может быть использована в социальных целях. Для того, чтобы понять, что вообще представляет собой альтернативная энергетика в России, необходимо разобраться с тем, что называется альтернативной энергетикой. Если сказать кратко, то альтернативная энергетика – это способ или устройство, позволяющее получать требуемый вид энергии из энергии возобновляемых или практически неисчерпаемых природных ресурсов и явлений и заменяющее собой традиционный источник энергии, функционирующий на нефти, газе или угле.

К возобновляемым источникам энергии относятся: солнечная, энергия вод, ветровая, приливная, геотермальная энергия и многие другие источники энергии.

На мой взгляд, для того, чтобы развивать альтернативную энергетику, не нужно проводить геологическую разведку или обладать месторождениями с запасами топлива, ведь возобновляемые источники энергии доступны в любой точке мира. Так же очень весомым аргументом является отсутствие выбросов и какого-либо вреда

окружающей среде.

В связи с этим роль альтернативных источников энергии возрастает с каждым днем все больше и больше. Причиной этому можно назвать как загрязнение атмосферы, так и прогнозы специалистов об исчерпании традиционных энергетических ресурсов в

виде нефти, газа, угля. По некоторым данным при текущем уровне добычи разведанных запасов нефти в России хватит менее чем на 30 лет, поэтому интерес к альтернативным источникам стабильно растет.

Сейчас в разных частях нашей страны существует небольшое количество объектов альтернативной энергетики. Например, в Московской области, Карелии, на Кавказе, недалеко от Уфы и Оренбурга расположены объекты малой гидроэнергетики. Крупнейший в стране агропромышленный регион - это Белгородская область. Здесь впервые в стране решились на эксперимент, попробовали в деле разные источники альтернативной энергии и выбрали самый эффективный для области. Для этого в 2010 году был построен полигон. Именно в нашем регионе, с помощью проб и ошибок, выясняли, насколько выгоден данный метод Российской Федерации в средней полосе. В итоге выяснялось, что солнца достаточно, но станции занимают большие площади, а для сельскохозяйственного региона это критично. После солнечного света, решили использовать ветер. Он оказался слишком слабым, и ставку сделали на биогазовую станцию. В качестве топлива стали использовать отходы животноводства и переработки растительного сырья. По итогам исследования Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), граждане России видят в альтернативной энергетике высокий потенциал.

Энергетика на основе возобновляемых источников энергии в России развивается в основном по трем направлениям: солнечная энергетика; ветроэнергетика и малая гидроэнергетика.

Основным ограничением в развитии возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России выступает их низкая конкурентоспособность по отношению к централизованному электроснабжению, что связано как с фактором высоких капитальных затрат, так и с ограниченной эффективностью объектов ВИЭ. К тому же, в 2015 г. коэффициент использования установленной мощности (КИУМ²) солнечных электростанций в Единой энергетической системе России (ЕЭС) составил 8,43%, ветровых электростанций – 6,75% при среднем уровне по ЕЭС 50,25%. Тем не менее, объекты ВИЭ, согласно Минэнерго РФ, имеют широкий потенциал в изолированных и удаленных энергорайонах России, а также в качестве резервных источников энергии в целях повышения надежности энергоснабжения.

Нормальному развитию альтернативной энергетики мешают, прежде всего, высокие капитальные затраты. Создание генерирующих объектов на основе ВИЭ приходится финансировать в основном за счет введения дополнительной платы за мощность для всех потребителей

оптового рынка электрической энергии и мощности. Помимо этого, негативное влияние оказывают:

- отсутствие определенной стимулирующей политики в "зеленой" энергетике, в т. ч. за счет дотаций от государства;
- стагнация экономики и избыток существующих генерирующих мощностей;

Теоретически стоимость электроэнергии, получаемой на основе ВИЭ, может быть сравнима с электроэнергией, производимой на АЭС. При этом она дешевле, чем на ТЭС. В условиях российского рынка при внутренних ценах на топливо, высокой доле импортного оборудования и отсутствии системной поддержки такие объекты альтернативной энергетики могут быть низкорентабельными. Длительные сроки окупаемости и высокие инвестиционные риски (особенно в регионах со слабо развитой инфраструктурой), как правило, не позволяют покрыть даже процентные расходы по обслуживанию привлеченного финансирования.

Перечислю пункты, которые значительно увеличивают инвестиционные затраты и риски:

1. На российском рынке отсутствует прямой спрос потребителей на электроэнергию (мощность), произведенную на основе ВИЭ, ввиду ее высокой стоимости. Существующая система реализации сформирована искусственно ("сверху"), а дополнительные затраты равномерно распределены между всеми участниками рынка мощности независимо от того, являются они потребителями ВИЭ или нет. Понятно, что такая "модель" имеет естественные и достаточно узкие границы применимости.

2. Особенности ВИЭ учитываются только на рынке мощности. Квоты на участие ВИЭ в рынке мощности и ставка по дополнительной плате за мощность являются предметом государственного регулирования, в связи с этим инвестор находится в прямой зависимости от регулятора и несет значительные дополнительные риски.

3. Значительная часть рисков связана со стохастичностью и значительной суточной, сезонной неравномерностью, региональной неоднородностью режимов выработки электроэнергии на базе ВИЭ.

В рамках государственной энергетической стратегии обозначены две основные задачи развития нетрадиционных возобновляемых источников энергии до 2040 года:

1. Развитие отечественной научно-технической базы и освоение передовых технологий в области использования НВИЭ.

2. Ввод новых генерирующих мощностей, функционирующих на основе НВИЭ, при условии их экономической эффективности;

В качестве побуждающего механизма предусмотрены следующие меры:

- создание системы контроля и статистической отчетности о выполнении целевых показателей по вводу мощности и производству электроэнергии с использованием возобновляемых источников энергии;
- субсидирование процентных ставок по кредитам, привлеченным для развития производства организациями, производящими энергию на основе НВИЭ;

- устранение барьеров при подключении установок возобновляемой энергетики к сетям общего пользования; возмещение платы за технологическое присоединение к сетям;

- государственное финансирование научно-исследовательских работ и пилотных проектов в области НВИЭ;

- стандартизация и контроль качества оборудования НВИЭ;

Одной из главных проблем для всех занимающихся альтернативной энергетикой в России является отсутствие господдержки, а также отсутствие нормативно-правовой базы для этого рода деятельности.

Среди других проблем следует отметить отсутствие выгоды от вложений в эту сферу, а также неконкурентоспособность электростанций, использующих альтернативные источники энергии, по сравнению с использующими традиционные.

Следует отметить, что в период с 2000 до 2010 год процент использования возобновляемых источников в России увеличился. Можно утверждать, что причиной этого стало большее использование традиционно возобновляемых источников – например таких, как отходы деревообрабатывающей промышленности.

Ещё одним важным недостатком является отсутствие необходимой инфраструктуры для развития этой энергетики, а также недостаток кадров, способных работать в этом направлении, особенно высококвалифицированных. Причины этого заключаются в том, что инвестиции в эту сферу пока что невыгодны, поэтому их практически нет. Даже несмотря на то, что альтернативные источники энергии в России имеются в большом достатке. Данную проблему способна решить господдержка, хотя бы на ранних стадиях проектов, пока они не достигнут окупаемости.

Исходя из всех рассуждений можно сделать вывод, что если принять во внимание богатое разнообразие природных условий нашей страны, то для развития альтернативной энергии есть все условия.

Например, Алтайский край практически не уступает условиям инсоляции Испании, который способен не только системы электрической генерации, но также и солнечного теплоснабжения. Можно сказать, что путь к полноценному использованию энергии ветра, солнца, биомассы и воды в России может оказаться долгим.

УТИЛИЗАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ – ПРОБЛЕМА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ

Губарева В.В., доцент,

Маслов К.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Помимо промышленных загрязнений в России на сегодняшний день остро встает вопрос об утилизации бытовых отходов. Так как места складирования мусора переполнены, а ущерб, который они приносят окружающей среде непоправим.

Ежегодный рост объемов твердых коммунальных (бытовых) отходов, образующихся ежегодно на душу населения, в разных странах различен и составляет, например, в США – 50 т; в России – 18 т; в Молдавии – 0,5 т. Именно увеличение объемов отходов является главным фактором снижения безопасности окружающей среды и разрушения природных ландшафтов.

Утилизация отходов путем их захоронения требует отчуждения огромных площадей земель, пригодных для сельскохозяйственного производства, поэтому целесообразно использование более эффективных способов утилизации отходов, одним из которых является их переработка с получением энергии.

В России исторически сложилось, что под фразой «утилизация отходов с получением энергии» традиционно понимается практика сжигания мусора, что нашло отражение в названии заводов, которые утилизируют отходы методом прямого сжигания, – «мусоросжигательные». Но, в настоящее время, появились технологии нового поколения для утилизации отходов, которые позволяют получать энергию, и поэтому смысловое содержание понятия «мусор» значительно расширилось и стало включать в себя различные отходы, которые обладают значительным потенциалом как возобновляемый источник энергии: промышленные отходы, сельскохозяйственные отходы, отходы и побочные продукты производства, муниципальные твердые отходы – твердые коммунальные бытовые отходы (ТКБО). [1]

Наряду с общепринятыми (традиционными) схемами сжигания ТКБО с использованием полученной тепловой и электрической энергии в системах энергоснабжения городов, имеется богатый опыт европейских стран схемных решений, приводящих к комбинированным источникам энергоснабжения. В составе таких источников используется

наряду с технологическими линиями обезвреживания ТКБО с выработкой энергии не только энергетическое оборудование в виде парогенераторов, но и газотурбинные установки (ГТУ), парогазовые установки (ПГУ).

Опыт эксплуатации многочисленных зарубежных предприятий по термической переработке ТКБО показывает, что современная ТЭС на ТКБО является экологически безопасным предприятием. Концентрация регламентируемых веществ в газообразных продуктах сгорания ТКБО не превышает принятых в ЕС нормативных значений, что обеспечивает экологически безопасную эксплуатацию таких предприятий. Образующиеся золошлаковые остатки могут быть переработаны в инертный продукт для последующего использования, например, в дорожном строительстве, на территории самой ТЭС.

Для увеличения рынка вторсырья в развитых зарубежных странах сегодня применяются различные механизмы влияния – требования по обязательному применению вторсырья при выпуске новых товаров (в процентах) и льготное кредитование подобных производств. Также, в европейской системе госзакупок предусматриваются преимущества для таких предприятий и организаций, которые производят или поставляют товары и продукцию, которые производятся из вторичного сырья либо же с использованием вторсырья. [2]

Перспективы использования в России твердых бытовых отходов в качестве вторичных энергетических ресурсов связаны с принятием законодательных документов, направленных на существенное сокращение полигонного захоронения, по крайней мере, для крупных городов, и повышение заинтересованности энергетических компаний в развитии возобновляемых источников энергии, а также активном внедрении новых технологий в области переработки.

В последние годы значительно возросло содержание цветных металлов в составе ТКБО за счет появления в обороте алюминиевых банок и пластмассовых упаковочных материалов – бутылок из полиэтилентерефталата (ПЭТ-бутылок) с одновременным снижением содержания пищевых отходов к общей массе ТКБО. Произошедшие и прогнозируемые изменения состава отходов подтверждают необходимость их раздельного сбора и сортировки перед утилизацией. [3]

В рамках проблемы утилизации ТКБО был разработан «всеядный» твердотопливный котел «Шелон-100». Он может отлично работать на любом твердом топливе, от высокоэнергетического угля и кокса до низкокалорийных древесных отходов и котельных шлаков. Может

сжигать самые грязные отработанные масла без образования сажи. Подобные эксперименты на этих котлах подталкивают к следующему шагу – сжиганию бытовых отходов.

Твердые несортированные бытовые отходы загружаются сверху на наклонную решетку, где они сначала сушатся, а затем начинают разлагаться с выделением тепла. Кокс, оставшийся после реакции, сгорает в камере сгорания, а зола выливается в емкость. Количество неорганической золы в несколько раз меньше количества получаемой ТКБО. Выхлопные газы после камеры сгорания поступают в теплообменник для нагрева воды до температуры кипения. Воду используют для отопления и горячего водоснабжения, пар поступает в паровой двигатель (или турбину) для выработки электроэнергии. При необходимости, на дальнейших путях газов устанавливаются пылевой фильтр и скруббер с известковой водой. Дополнительного топлива для процесса не требуется. [4]

Основные проблемы сжигания мусора связаны с вредными выбросами. Для их значительного снижения необходимо выбрать температурный режим и оптимальный объем подачи воздуха, как первичного, так и вторичного. Чем выше температура сгорания топлива, тем более полно оно сгорает и тем меньше образуется окиси углерода, но при высокой температуре образуются оксиды азота, которые неблагоприятно влияют на окружающую среду. Часть этого противоречия может быть разрешена путем применения кислорода вместо воздуха, но при сжигании отходов этот метод не даст результатов, т.к. азот также может содержаться в самих отходах. [6]

Гораздо лучший эффект может дать частичная рециркуляция дымовых газов. Необходимо провести разделение газового потока на углекислый газ и азот, которые должны быть удалены в атмосферу и другие газы, идущие на повторный цикл. Обычный циклон можно использовать для отделения газов, но поток газа должен иметь очень высокую скорость.

Оптимизация соотношения подачи первичного и вторичного воздуха также очень сильно влияет на состав дымовых газов. Например, когда соотношение первичного и вторичного воздуха составляет 4 к 1, температура дымовых газов значительно ниже, а выход окиси углерода наоборот выше, чем при соотношении 1: 1. При соотношении 1 к 1.4, температура дымовых газов снова значительно уменьшается, а выбросы окиси углерода увеличиваются, но удельные выбросы уменьшаются.

Испытания опытной установки по сжиганию твердых отходов подтвердили возможность динамического разделения потока газа, а

установка позволила сжигать даже необработанный мусор. Полученные данные показали наличие выбросов оксидов азота и серы ниже европейских стандартов, но выбросы окиси углерода были получены как в газогенераторе. Поэтому дальнейшее развитие исследований будет проходить в двух направлениях:

- разделение дымовых газов в трубе на азот и диоксид углерода, а других газов для повторного дожигания;
- повышение теплотворной способности получаемого газа для его использования в качестве топлива двигателя внутреннего сгорания или турбины для выработки электроэнергии.

Использование, разработка и модернизация данного типа котлов выгодна т.к в энергетическом плане это колоссальная экономия энергии и возможность сделать технологию более дешевой, а в экологическом плане это утилизация отходов и снижение вредных выбросов в окружающую среду.

Список литературы:

1. Половняк В.К. Современные технические и технологические подходы к решению экологических проблем / В.К. Половняк // Вестник КНИТУ. – 2009. №4. – с. 17, 25.
2. Твёрдые бытовые отходы [Электронный ресурс]. – <https://ru.wikipedia.org> Википедия – свободная энциклопедия.
3. Сбор и удаление твердых бытовых отходов [Электронный ресурс]. – <http://allformgsu.ru/>
4. Способ экологически чистой переработки твердых бытовых отходов с производством тепловой энергии и строительных материалов и мусоросжигательный завод для его осуществления (RU 2502017) – патент.
5. Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И. / О высокотемпературной переработке твердых отходов во Владимире / Экология городов. — М.: 1996. — 331 с.
6. Горбачева Л. А. Зарубежный опыт мусоросжигания. // Энергия: экономика, технология, экология. — 2009. № 7. и — 49–54 с.

КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР КА СПОСОБ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ

Губарева В.В., доцент,

Маслов К.А., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Одной из характерных особенностей работы промышленных предприятий является то, что в отработанных газах, которые выбрасываются в окружающую среду, может содержаться достаточно большое количество вредных примесей. Они могут быть в твердом, жидком или газообразном виде. Например, в металлургии, твердые частицы представляют собой фрагменты металла, шихты, шлака или окалины. Жидкие частицы в виде мельчайших капелек являются результатом плавки металлов. Газообразные отходы (окись и двуокись углерода, оксиды азота и серы, фториды и др.) представляют собой, как правило, продукты неполного сгорания топлива или продукты химических реакций. Образование этих производственных отходов связано с повышенными температурами, используемыми в металлургической промышленности.

Для того чтобы уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду, а также снизить потери тепла с отходящими газами можно использовать котлы-утилизаторы и энерготехнологические котлы.

Котел-утилизатор представляет собой устройство, работающее на тепловой энергии, получаемой из отходящих газов дизельного и газотурбинного оборудования, а также обжиговых печей. Такие котлы используют энергию, которая в противном случае была бы потрачена впустую, потому что на промышленных предприятиях значительная часть газов просто выбрасывается в атмосферу. Между тем, температура отходящих газов может достигать до тысячи градусов, поэтому было бы нерационально не использовать такую энергию. Котлы-утилизаторы позволяют использовать тепло отработавших газов, тем самым увеличивая КПД использования топлива. Помимо этого, они позволяют снизить выбросы газообразных вредных веществ, например, оксидов углерода и серы, в атмосферу за счет их дожигания. [1]

Рассмотрим использование котла-утилизатора в промышленности на примере получения стали в сталеплавильных агрегатах-конвертерах

путём продувки жидкого **чугуна** воздухом или кислородом. В конвертерном цехе основными источниками загрязнения окружающей природной среды являются пылегазовыделения в атмосферу.

Эти высокотемпературные выделения подразделяют на организованные, к которым относят улавливаемые при выходе из горловины конвертера отходящие газы, и неорганизованные, которые обычно не улавливаются и поступают в атмосферу цеха. Неорганизованные выделения происходят периодически – при заливке чугуна, загрузке лома, сливе металла и шлака, повалках конвертера, при выбивании газов через зазор между горловиной и входом в газоотводящий тракт; эти выделения содержат пыль, тепло и ряд вредных газов (в различных случаях это CO, оксиды азота и серы, фториды).

Еще большее загрязнение окружающей среды могут вызывать отходящие из конвертера газы из-за большого их количества и высокого содержания в них пыли. Эти газы представляют собой продукты окисления углерода и при верхней продувке содержат 83...89 % CO, 9...11 % CO₂, < 5 % N₂, < 3 % O₂; их температура по ходу продувки возрастает с 1350 до 1700 °С.

Для данного вида промышленности был разработан котёл-утилизатор типа ОКГ-100-3А. Этот охладитель конвертерных газов рассчитан на переработку 40 тыс. м³/ч конвертерных газов. [2]

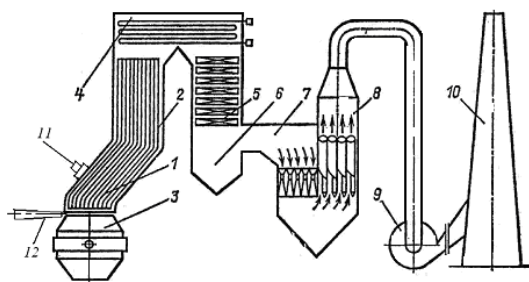


Рисунок 1. - Схема котла ОКГ-100-3А для сжиганий конвертерных газов и использования теплоты их сгорания: 1, 2 – наклонная и вертикальная части экранированного подъемного газохода; 3 – горловина конвертера; 4 – конвективный испаритель; 5 – экономайзеры; 6 – бункер; 7 – горловина; 8 – трубы Вентури; 9 – дымосос; 10 – труба; 11 – горелка для сжигания доменного газа; 12 – сопла острого дутья.

Конвертерные газы поступают в охладитель через наклонный газоход в подъемный экранированный газоход, затем поворачивают в

переходный и далее в опускной конвективный, в котором размещены последовательно змеевиковые пакеты конвективной испарительной поверхности нагрева и экономайзер. После охладителей конверторных газов продукты сгорания подаются в систему газоочистки, а конверторный унос поступает в бункер под опускным газоходом. [3]

Во всех ОКГ предусмотрена двухступенчатая схема испарения: экранные поверхности нагрева радиационной части котла включены в чистый отсек барабана, а конвективные испарительные поверхности – в солевой. Питательная вода через экономайзер поступает в барабан котла, откуда по трубопроводам через шламоуловители подается циркуляционными насосами в экранные и конвективные поверхности нагрева. Полученная в этих поверхностях нагрева пароводяная смесь поступает в устройство для сепарации пара. Отсепарированный пар направляется в энергокомплекс конверторного цеха.

Оксид углерода (СО), содержащийся в значительном количестве в конверторных газах, сжигается в подъемном наклонно-вертикальном газоходе. Воздух, необходимый для горения СО, засасывается дымососом через зазор между горловиной конвертора и наклонным газоходом. [4]

Использование котла данного типа значительно снижает выбросы СО в атмосферу, а также температуру отходящих газов до 150...170°C, что делает данную отрасль более экологически чистой.

Список литературы:

1. А.П.Воинов Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты: учебник / А.П.Воинов, В.А.Зайцев, Л.И. Куперман М.: Энергоатомиздат, 2003 - 272 с.
2. Половняк. В.К. Современные технические и технологические подходы к решению экологических проблем / В.К. Половняк. Вестник КНИТУ. – 2009. №4. – 17-25 с.
3. Котлы-утилизаторы сталеплавильных конвертеров. Режим доступа: <https://znatock.org/s9287t1.html> (дата обращения 20.02.2019).
4. И. Н. Розенгауз Котлы-утилизаторы мартеновских печей / И. Н. Розенгауз. — Мн.: Котлы-утилизаторы и энерготехнологические агрегаты, 1969 – 365 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КАУПЕРОВ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ ПРИ ОБОГРЕВЕ КОНВЕРТЕРНЫМ ГАЗОМ

Лукин С.В., д-р техн. наук, профессор,

Бахвалов М.А., аспирант,

Породовский Д.В., студент

Череповецкий государственный университет

Аннотация. В данной работе представлена математическая модель, описывающая тепловую работу воздухонагревателя доменной печи в периоды аккумуляции тепла и в период охлаждения, при переводе его на сжигание более калорийного конвертерного газа, периодически образующегося в сталеплавильном производстве.

Ключевые слова: Доменный воздухонагреватель, каупер, конвертерный газ, энергосбережение.

Конвертерный газ, образующийся при работе сталеплавильных конвертеров, из-за периодичности его выхода на российских металлургических комбинатах практически не используется и сжигается в свечах дожигания кислородно-конвертерного цеха. Основными предлагаемыми мероприятиями для утилизации теплоты сгорания конвертерного газа являются использование газгольдера или аккумуляторов теплоты. Оба направления требуют значительных капитальных затрат на строительство. Оценочный срок окупаемости, при существующих ценах на природный газ, составляет около 10 лет.

Наименее затратным способом использования конвертерного газа представляется его сжигание в существующих кауперах (воздухонагревателях) доменных печей. Данный способ также требует прокладки нового газопровода конвертерного газа до потребителя, но при этом отпадает необходимость в строительстве дорогостоящего оборудования. Однако, для реализации данного способа необходимо разработать технологию разогрева кауперов доменных печей конвертерным газом, который имеет теплоту сгорания примерно в два раза выше, чем обычно используемый доменный газ. Кроме того, в отличие от доменного газа, выходящего равномерно, конвертерный газ выходит из конвертеров периодически, и его сжигание в кауперах должно производиться во время его выхода. Поскольку каупер – это регенеративный теплообменник, его тепловая работа описывается нестационарной математической моделью.

С целью упрощения математической модели, насадку каупера можно представить из n одинаковых цилиндрических труб

температурное поле насадки зависит от радиуса r , координаты z по длине канала, и времени τ . $t_H = t_H(z, r, \tau)$. Температура газа в канале зависит от координаты z , и времени τ . $t_G = t_G(z, \tau)$.

На рис. 1 показана схема теплообмена газа с насадкой (для удобства изображения канал показан горизонтально, а не вертикально).

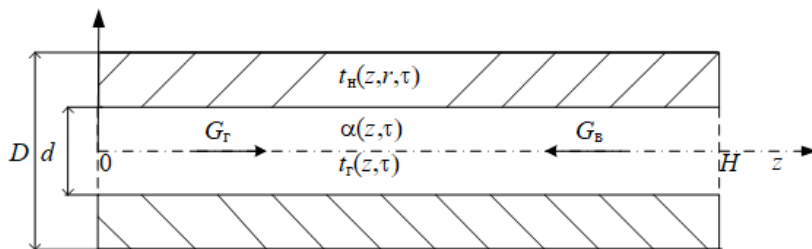


Рисунок 1 - Схема теплообмена газа с насадкой

На рис. 1 введены обозначения: $\alpha(z, \tau)$ – коэффициент теплоотдачи от газа к насадке (α_s) в период аккумуляции, или от насадки к воздуху (α_e) в период регенерации; G_s – массовый расход греющих газов через один канал в период аккумуляции теплоты, кг/с; G_e – массовый расход воздуха через один канал в период регенерации теплоты, кг/с.

Рассмотрим период аккумуляции теплоты (период разогрева насадки), когда насадка разогревается продуктами горения конвертерного газа. Пусть в направлении оси z движется расход газа $G_s = G_s(\tau)$, причем через каждое сечение канала проходит один и тот же массовый расход G_T (объемный расход газа при этом значительно уменьшается вдоль канала). Например, при сжигании в регенераторе конвертерного газа качественное изменение расхода газа G_T может быть таким, как показано на рис. 2, где $\tau_1 = 10-20$ мин – длительность периода продувки конвертера, когда выходит конвертерный газ с достаточным содержанием CO, обеспечивающим его горючесть; $\tau_2 = 5-15$ мин – длительность межпродувочного периода, включая время, когда конвертерный газ негорючий. В действительности, зависимость $G_s(\tau)$ может быть более сложной, или наоборот, при обычно применяемом разогреве каупера доменным газом – наиболее простой, когда $G_s(\tau) = const$.

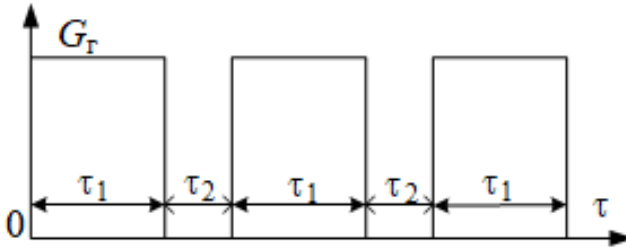


Рисунок 2 - Качественный график расхода греющего газа

Температурное поле газа в канале в моменты времени, когда $G_g(\tau) > 0$ для точек $0 < z < H$, описывается уравнением:

$$G_r \cdot c_g \cdot \frac{\partial t_r(z, \tau)}{\partial z} + \Pi \cdot \alpha_r \cdot (t_r(z, \tau) - t'_n(z, \tau)) + c_r \cdot \rho_r \cdot S \cdot \frac{\partial t_r(z, \tau)}{\partial \tau} = 0, \quad (1)$$

где G_r – массовый расход воздуха в канале, кг/с; $c_g = c_g(t_g)$ – массовая теплоёмкость газа, зависящая от его температуры, Дж/(кг·К); $\rho_g = \rho_g(t_g)$ – плотность газа, зависящая от его температуры, кг/м³; $\Pi = \pi \cdot d$ – периметр сечения канала, м; $S = \pi \cdot d^2 / 4$ – площадь поперечного сечения канала, м²; $\alpha_r = \alpha_r(z, \tau)$ – коэффициент теплоотдачи от газа к поверхности насадки, Вт/(м²·К); $t'_n = t'_n(z, r', \tau)$ – температура поверхности насадки.

Температуру газа в канале в моменты времени, когда $G_g(\tau) = 0$, можно принять практически равной температуре поверхности насадки:

$$t_r(z, \tau) = t'_n(z, \tau). \quad (2)$$

Температура поверхности насадки определяется выражением:

$$t'_n(z, \tau) = t_n(z, r, \tau) \Big|_{r=r'} = t_n(z, r', \tau). \quad (3)$$

Температурное поле насадки $t_n(z, r, \tau)$ описывается дифференциальным уравнением:

$$c_n \cdot \rho_n \frac{\partial t_n(r, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_n \cdot \frac{\partial t_n}{\partial r} \right) + \lambda_n \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial t_n}{\partial r} + \lambda_n \cdot \frac{\partial^2 t_n}{\partial z^2}, \quad 0 < z < H, \quad r' < r < r'', \quad (4)$$

где $c_n = c_n(t_n)$ – теплоемкость насадки, зависящая от материала и температуры насадки, Дж/(кг·К); ρ_n – плотность материала насадки, кг/м³; $\lambda_n = \lambda_n(t_n)$ – коэффициент теплопроводности насадки, зависящий от материала и температуры насадки, Дж/(кг·К).

Поскольку высота канала H намного больше толщины насадки $\delta = r'' - r'$, то примерно выполняется соотношение:

$$\frac{\partial^2 t_n}{\partial z^2} \cong 0.$$

Следовательно, считаем, что перетоком теплоты теплопроводностью вдоль насадки можно пренебречь. Тогда уравнение (4) можно упростить:

$$c_n \cdot \rho_n \frac{\partial t_n(r, z, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial r} \left(\lambda_n \cdot \frac{\partial t_n}{\partial r} \right) + \lambda_n \cdot \frac{1}{r} \frac{\partial t_n}{\partial r}, \quad 0 < z < H, \quad r' < r < r'', \quad (5)$$

Хотя в уравнении (5) нет производных по z , температура насадки будет изменяться по z , т.к. по длине канала изменяется температура газа t_r .

Период разогрева насадки (аккумуляции теплоты) продолжается в течение времени $\tau_{нар}$, которое можно варьировать в расчетах. Если известны зависимости $G_c(\tau)$, $t_{c0}(\tau)$, теплофизические параметры газа $c_c = c_c(t_c)$, $\rho_c = \rho_c(t_c)$, теплофизические параметры насадки $c_n = c_n(t_n)$, ρ_n , $\lambda_n = \lambda_n(t_n)$, и коэффициент теплоотдачи от газа к насадке $\alpha_c = \alpha_c(z, \tau)$, то можно рассчитать температурные поля насадки и газа в процессе периода разогрева.

После этого наступает период охлаждения насадки (регенерации теплоты), длительность которого $\tau_{охл}$. Общая длительность цикла работы регенератора составляет: $\tau_{цикл} = \tau_{нар} + \tau_{охл}$. В период охлаждения в противоположном оси z направлении движется постоянный во времени расход сжатого воздуха G_θ , и для любого сечения канала $G_\theta = const$.

Температурное поле воздуха в канале при $0 < z < H$ и $\tau_{нар} < \tau < \tau_{цикл}$, описывается уравнением:

$$G_\theta \cdot c_\theta \cdot \frac{\partial t_\theta(z, \tau)}{\partial z} + \Pi \cdot \alpha_\theta \cdot (t_\theta(z, \tau) - t'_n(z, \tau)) + c_n \cdot \rho_n \cdot S \cdot \frac{\partial t_n(z, \tau)}{\partial \tau} = 0, \quad (6)$$

где G_θ – массовый расход воздуха в канале, кг/с; $c_\theta = c_\theta(t_\theta)$ – массовая теплоёмкость воздуха, зависящая от его температуры, Дж/(кг·К); $\rho_\theta = \rho_\theta(t_\theta)$ – плотность воздуха, зависящая от его температуры, кг/м³; Π – периметр сечения канала, м; S – площадь поперечного сечения канала, м²; $\alpha_\theta = \alpha_\theta(z, \tau)$ – коэффициент теплоотдачи

от поверхности насадки к воздуху, Вт/(м²·К); $t'_n(z, \tau) = t_n(z, r', \tau)$ – температура поверхности насадки.

Температурное поле насадки в период охлаждения описывается тем же дифференциальным уравнением (5), что и в период аккумуляции тепла.

Использование конверторного газа на кауперах доменных печей позволит экономить природный газ на ТЭЦ металлургических предприятий за счет замещения его высвободившимся доменным газом.

Список литературы:

1. Сазанов Б.В., Ситас В.И. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий. - М.: Энергоатомиздат.1990.

УВЕЛИЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ ТУРБОУСТАНОВКИ Т-100-130 НА ТЭЦ-ПВС ПАО "СЕВЕРСТАЛЬ" ЗА СЧЕТ ПОДОГРЕВА ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ ТЕПЛОТОЙ ОТ УТИЛИЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

Лукин С. В., д-р техн. наук, профессор,
Царёв Р.В., магистр,
Петров И.А., магистр

Череповецкий государственный университет

Аннотация. В статье предоставлен способ, позволяющий произвести прирост электрической мощности турбоустановки Т-100-130 на ТЭЦ-ПВС установленных на ПАО «Северсталь» за счет подогрева питательной воды теплотой от утилизационных установок при отключенном регенеративном подогреве.

Ключевые слова: турбоустановка Т-100-130; подогрев; питательная вода; регенеративный подогрев.

На Череповецком металлургическом комбинате ПАО «Северсталь» с 1971 года на ТЭЦ-ПВС используется энергетический турбоагрегат Т-100-130 с выработкой электрической мощности W_e 100 Мвт, при расходе свежего пара на турбину D_0 430 т/ч и отпуске тепла на отопление турбоустановкой Q_t 185 МВт. Расход пара в конденсатор турбоустановки при этом D_k 23.4 т/ч. В настоящее время используется регенеративный подогрев питательной воды. При таком подогреве питательной воды выработка дополнительной энергии в турбине не осуществляется, а на регенерацию идет часть свежего пара.

Турбина имеет семь отборов, из которых два последних - теплофикационные. Система регенеративного подогрева состоит из трёх ПВД, на каждой из которых расход пара будет равен ПВД-1 5.05 кг/с, ПВД-2 3.67 кг/с и ПВД-3 6.67 кг/с, давление пара на ПВД суммарно составляет 6.99 Мпа. Деаэрата (присоединенного к третьему отбору турбины по пред включенной схеме) при расходе пара равному 1.77 кг/с и давлении 1.47 МПа, и четырёх ПНД с расходом пара 5.86 кг/с, 3.90 кг/с, 43.4 кг/с, 43.18 кг/с соответственно. Кроме того, как и обычно, в системе имеются подогреватели, работающие на паре уплотнений ПУ1 и ПУ2 и паре ПЭ. Все ПВД имеют встроенные ОП и ОД. Подогреватель низкого давления ПЗ имеет вынесенный ОД. Подогрев сетевой воды проводится в ПСГ1 и НСГ2. В зимнее время для подогрева воды можно использовать также встроенный в конденсатор выделенный пучок. При такой схеме подача циркуляционной воды в конденсатор прекращается

и давление в нём несколько возрастает. Однако теплота отработавшего пара при этом полностью используется.

В энергоблок Т-100-130 входит четыре подогревателя низкого давления, давление пара в них равно: ПНД-1 0.576 МПа, ПНД-2 0.277 МПа, ПНД-3 0.0981 МПа и ПНД-4 0.0416 МПа. Также в схему входят сальниковый подогреватель и вакуумный охладитель уплотнений.

Конденсат турбины Т-100-130 из конденсатора, расход пара которого составляет 6.5 кг/с и давлении 0.0039 МПа, проходит последовательно через охладители эжекторов, ПС-50, охладитель пара отсасываемого из концевых уплотнений турбины, ПНД № 1,2,3,4 и поступает в деаэратор.

Пар со штоков уплотнений в количестве идет в деаэратор. Из крайних камер уплотнений сухой насыщенный пар отсасывается в (СХ), конденсат которого направляется в бак нижних точек (БНТ). Из СХ конденсат идет в атмосферный деаэратор и насосом вместе с добавочной водой направляется в конденсатор. Пар со средних камер уплотнений направляется подогреватель сальниковый (ПС). Конденсат из ПС и ПЭ направляется в конденсатор.

Система регенерации высокого давления предназначена для регенеративного подогрева питательной воды за счёт охлаждения и конденсации пара из отборов турбины.

Подогреватели высокого давления по принципу работы относятся к поверхностным. Питательная вода прокачивается по трубной системе, а греющий пар омывает трубки (спирали) и конденсируется на их поверхности. Температура плёнки конденсата на трубках независимо от состояния пара (перегретый или насыщенный) приблизительно равна температуре насыщения пара при соответствующем давлении в паровом пространстве подогревателя. При передаче тепла от пара к воде в поверхностных подогревателях температура подогреваемой воды всегда ниже температуры насыщения пара вследствие термического сопротивления стенки трубки и загрязнений на внутренней и наружной её поверхности.

Так же предусмотрен расширитель продувочной воды из котла. В расширитель поступает пароводяная смесь, которая разделяется в нем на относительно чистый пар, отводимый в деаэратор, и воду (сепарат или концентрат), с которой выводится примеси (соли и т.п.), удаляемые из парогенератора с продувочной водой. После расширителя первой ступени, пар поступает в деаэратор, а вода из первой ступени поступает во вторую. Выпар второй ступени поступает в деаэратор, а вода поступает в линию сетевой воды, перед ПСГ1.

В нижней части каждого конденсатора турбины размещена дополнительная поверхность охлаждения (около 18% основной поверхности), названная встроенным теплофикационным пучком, использующим тепло отработавшего пара для подогрева сетевой или подпиточной воды. Встроенные пучки имеют независимые водяные камеры, через которые можно пропускать сетевую или циркуляционную воду в зависимости от тепловой нагрузки турбины. При работе турбины в теплофикационном режиме и закрытой регулирующей диафрагме, когда пропуск пара в конденсатор минимальный, конденсация пара осуществляется только за счёт поверхности встроенных пучков и подача циркуляционной воды в конденсаторы может быть частично или полностью прекращена, что уменьшает расход энергии на собственные нужды.

Расход свежего пара на турбину при номинальной нагрузке и номинальном отопительном отборе составляет 430 т/ч. Так при регенеративном подогреве на регенерацию пара идет 24.1% от расхода свежего пара, пропуск пара в конденсатор 5.4% от расхода свежего пара. При этом тепловая мощность турбоустановки 185 МВт, а электрическая 100 МВт.

Заменяя регенеративный подогрев питательной воды, подогревом теплотой от утилизационных установок, пар на регенерацию не расходуется, т.е. расход пара на ПВД № 1,2,3 становится равен 0 так же он равен 0 и ПНД №1 и №2. Это способствует увеличению пропуска пара в конденсатор, увеличивая его до 35.5 кг/с или 29.5% от расхода свежего пара. Электрическая же мощность увеличивается со 100 МВт до 124 МВт, т.е. на 24 %, тепловая мощность турбоустановки при этом остается прежней.

В дополнение к замене регенеративного подогрева питательной воды, подогревом воды от утилизационных установок рассмотрим эффективность режима работы с максимальной выработкой мощности. Пар на регенерацию расходоваться не будет, пропуск пара в конденсатор увеличится до 75 кг/с, т.е. 55% от расхода свежего пара. Тепловая мощность турбоустановки при это снизится с 185 Мвт до 131 Мвт, а электрическая мощность возрастёт со 100 Мвт до 149 Мвт, что даёт значительный прирост электрической энергии.

Стоимость покупной электроэнергии $C_3 = 2$ руб/(кВт·ч). Затраты на покупку электроэнергии при этом будут составлять $Z_3 = 863$ млн. руб. в год, при числе часов в году равном 8760. Так же пар от котлов утилизаторов, используемый в данном способе подогрева питательной воды, условно бесплатный, что дает нам сокращение расходов на

производство электроэнергии. Таким образом экономия денежных затрат при производстве своей электроэнергии будет равно 863 млн. руб. в год.

Выводы. В статье приведен способ, позволяющий дать прирост электрической мощности турбоустановки Т-100-130 установленной на ТЭЦ-ПВС на ПАО “Северсталь”. Предлагаемый способ подогрева питательной воды позволит увеличить мощность паровой турбины, так же в следствии отключения регенеративных отборов в часть низкого давления идёт больший расход пара.

Список литературы:

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции: Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - М.-Л.: Энергия, 1967. - 400 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ РЕЖИМОВ ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК КВАДРАТНОГО СЕЧЕНИЯ НА ЛИНИИ «СОРТОВАЯ МНЛЗ – ТЕРМОС - НАГРЕВАТЕЛЬНАЯ ПЕЧЬ»

Лукин С. В., д-р техн. наук, профессор,
Антонова Ю.В., канд. техн. наук, доцент,
Левашев К. В., аспирант,
Збродов А.А., аспирант

Череповецкий государственный университет

Аннотация. В статье представлена математическая модель, позволяющая описывать тепловое состояние стальной заготовки квадратного сечения 100×100 и 150×150 при затвердевании в сортовой МНЛЗ, при охлаждении на воздухе, при нахождении в термосе и при нагреве в нагревательной печи.

Ключевые слова: сортовая машина непрерывного литья заготовок; термос; нагревательная печь; охлаждение; термостатирование; нагрев.

На Череповецком металлургическом комбинате ПАО «Северсталь» с 2006 года на шестиручьевой сортовой машине непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) производства итальянской фирмы "Ракоп-Текинт" разливаются стальные заготовки квадратного сечения 100×100 мм со скоростями разливки 5,5-6,6 м/мин, и сечения 150×150 мм со скоростями разливки 3-3,5 м/мин. Выходящие из МНЛЗ заготовки после газорезки имеют среднюю по сечению температуру 1000-1100 °С и содержат значительное количество физической теплоты. В настоящее время разлитые горячие заготовки охлаждаются некоторое на воздухе, затем их укладывают на железнодорожные открытые платформы и везут в сортопрокатный цех, где перед прокаткой их нагревают до температуры 1200°С и выше. При транспортировке и хранении заготовок теряется практически вся физическая теплота, и в нагревательные печи заготовки поступают в холодном состоянии.

Использование физической теплоты заготовок после сортовой МНЛЗ может дать большой энергетический эффект. Так, в работе [1] показано, что при разливке слябов на криволинейных МНЛЗ в принципе вообще можно убрать из технологической цепочки нагревательную печь, если слябы, выходящие из МНЛЗ, сразу помещать в термос, где в условиях, близких к адиабатным, происходит выравнивание

температуры сляба по его сечению. При этом на выходе из термоса сляб имеет тепловое состояние, необходимое для прокатки.

Для выбора рациональных режимов тепловой обработки (термостатирования и нагрева) заготовок после сортовой МНЛЗ рассмотрим математическую модель, позволяющую описывать тепловое состояние заготовки вдоль всей технологической линии «сортовая МНЛЗ – термос – нагревательная печь».

Из-за тепловой симметрии достаточно рассмотреть четвертую часть сечения, например, область $0 \leq x \leq B$, $0 \leq y \leq B$, где $2B$ – толщина заготовки, равная 100 или 150 мм.

При стационарном режиме разливки температурное поле заготовки в МНЛЗ описывается дифференциальным уравнением [1]:

$$C_{eff} \rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda_{eff}(t) \frac{\partial t}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda_{eff}(t) \frac{\partial t}{\partial y} \right), \quad (1)$$

где $t = t(x, y, \tau)$ – температурное поле; $\tau = z/v$ – время затвердевания; C_{eff} , ρ , λ_{eff} – эффективная теплоемкость, плотность и эффективный коэффициент теплопроводности стали, зависящие от температуры.

Начальное условие для температурного поля заготовки имеет вид:

$$t(x, y, \tau)|_{\tau=0} = t_0, \quad 0 < x < B; \quad 0 < y < B, \quad (2)$$

где t_0 – начальная температура жидкой стали, подаваемой в кристаллизатор МНЛЗ.

В кристаллизаторе теплообмен описывается граничными условиями II-ого рода:

$$\lambda \cdot \partial t / \partial n|_{n=B} = q(\tau), \quad 0 < \tau < \tau_k, \quad (3)$$

где $n = x, y$ – координата нормали к поверхности заготовки; $q(\tau)$ – плотность теплового потока на поверхности в зависимости от величины $\tau = z/v$; $\tau_k = H/v$ – время пребывания заготовки в кристаллизаторе; H – рабочая длина кристаллизатора, м.

В работе [2] на основе эмпирических данных, полученных на кристаллизаторе сортовой МНЛЗ ПАО «Северсталь», предложено выражение для расчета величины q , МВт/м², в зависимости от τ , с:

$$q(\tau) = \frac{2 \cdot \gamma}{\left(\tau^2 + (2 \cdot \gamma / q_m)^4 \right)^{1/4}} - \frac{\gamma \cdot \tau^2}{\left(\tau^2 + (2 \cdot \gamma / q_m)^4 \right)^{5/4}}, \quad 0 \leq \tau \leq \tau_k, \quad (4)$$

где $\gamma = 4,38$ МВт/(м²·с^{0,5}); $q_m = 5,0 - 6,0$ МВт/м². Значение q_m определяет температурные условия вверху гильзы кристаллизатора, а на тепловой поток, отведенный от заготовки в кристаллизаторе в целом, влияет незначительно.

На поверхности заготовки в зонах вторичного охлаждения (ЗВО) сортовой МНЛЗ задаются граничные условия III-ого рода:

$$\lambda \cdot \partial t / \partial n|_{n=B} = \alpha_i (t_s - t_w), \quad \tau'_i < \tau < \tau''_i, \quad (5)$$

где α_i – коэффициент теплоотдачи в i -ой зоне; t_s – температура поверхности заготовки; t_w – температура охлаждающей воды; $i = 1, 2, \dots, 5$ – номер зоны вторичного охлаждения; $\tau'_i = z'_i/v$; $\tau''_i = z''_i/v$, где z'_i, z''_i – координаты начала и конца i -ой зоны ЗВО. По величинам H и l_i определяются координаты z'_i, z''_i .

В работе [3] экспериментально исследовался теплообмен в ЗВО сортовой МНЛЗ и получена зависимость коэффициента теплоотдачи α , Вт/(м²·К), от удельного расхода воды g , м³/(м²·ч).

Удельные расходы воды g , м³/(м²·ч) регулируют в зависимости от скорости разлива v , м/мин.

На поверхности заготовки в зоне воздушного охлаждения граничные условия описываются выражением:

$$\lambda \cdot \partial t / \partial n|_{n=B} = \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot (T_s^4 - T_a^4), \quad \tau'_a < \tau < \tau''_a, \quad (6)$$

где $n = x, y$ – координата нормали к поверхности; $\varepsilon \approx 0,8$ – степень черноты стальной поверхности; $\sigma_0 = 5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м²·К⁴); $T_s = t_s + 273,15$ – абсолютная температура поверхности заготовки, К; $T_a \approx 300$ – температура воздуха, К; $\tau'_a = z'_a/v$; $\tau''_a = z''_a/v$, где z'_a, z''_a – координаты начала и конца зоны воздушного охлаждения.

Внутри заготовки выполняются условия тепловой симметрии, и при $x = 0$ и $y = 0$ задаются адиабатные граничные условия:

$$\partial t / \partial n|_{n=0} = 0, \quad 0 < \tau < \tau_m, \quad (7)$$

где $n = x, y$; τ_m – расчетная длительность нахождения заготовки в МНЛЗ.

Затвердевшую заготовку для сохранения физической теплоты нужно направлять в термосы туннельного или закрытого типа.

В термосах туннельного типа на поверхности заготовки можно задавать граничные условия III-ого рода [4]:

$$\lambda \cdot \partial t / \partial n|_{n=B} = \alpha_{th} (t_s - t_a), \quad \tau''_a < \tau < \tau''_a + \tau_{th}, \quad (8)$$

где τ_{th} – время нахождения заготовки в термосе; t_a – температура окружающего воздуха; α_{th} – коэффициент теплоотдачи от поверхности заготовки к окружающей среде.

В термосе достаточно быстро происходит выравнивание температурного поля заготовки по ее сечению. В работе [5] предложен рациональный режим нагрева слябов в печах при горячем посаде, когда в печи выдерживается постоянная температура в рабочем пространстве, и после нагрева до нужного состояния сляб помещается в условия,

близкие к адиабатным (как в термосе), при которых температура по сечению сляба быстро выравнивается.

При плотной укладке заготовок в печи их температурное поле будет зависеть от одной координаты x и времени τ , и описываться дифференциальным уравнением:

$$c \cdot \rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right), \quad (9)$$

где $t = t(x, \tau)$ – температурное поле заготовок в печи.

Момент загрузки заготовки в печь удобно принять за нулевой. Тогда начальное условие запишется так:

$$t(x, \tau)|_{\tau=0} = t_m, \quad -B < x < B, \quad (10)$$

где t_m – температура металла при загрузке в печь.

В нагревательной зоне печи при двухстороннем нагреве заготовок задаются граничные условия:

$$\lambda \cdot \partial t / \partial x|_{x=\pm B} = C_{\text{пр}}((T_h/100)^4 - (T_s/100)^4), \quad 0 < \tau < \tau_1, \quad (11)$$

где $C_{\text{пр}}$ – приведенный коэффициент излучения; T_h – абсолютная температура в нагревательной зоне печи, К; T_s – абсолютная температура поверхности заготовки, К; τ_1 – время нагрева.

После окончания процесса нагрева заготовки для выравнивания температуры по ее сечению на ее поверхности создаются адиабатные условия, описываемые выражением:

$$\lambda \cdot \partial t / \partial x|_{x=\pm B} = 0, \quad \tau_1 < \tau < \tau_1 + \tau_2, \quad (12)$$

где τ_2 – время выдержки заготовки в адиабатных условиях.

Время нагрева заготовок в печи τ_1 определяется из условия, что после выравнивания температуры по сечению заготовки ее средняя температура равняется температуре t_r , требуемой для прокатки.

На основе системы уравнений (1) – (12) можно проводить численные расчеты температурного поля заготовок квадратного сечения при охлаждении и затвердевании в сортовой МНЛЗ, при нахождении в термосе, и при нагревании в печи.

Выводы. В статье разработана математическая модель, позволяющая определять тепловое состояние стальных заготовок квадратного сечения 100×100 и 150×150, разливаемых на сортовой машине непрерывного литья заготовок на ПАО «Северсталь», при нахождении заготовок в МНЛЗ, на воздухе, в термосе и нагревательной печи. Рассмотрен рациональный режим тепловой обработки заготовки 100×100 после сортовой МНЛЗ, включающий сохранение физической теплоты и выравнивание температуры заготовки по ее сечению в термосе, нагрев заготовки в печи при горячем посаде, и выравнивание

температуры по сечению заготовки в адиабатных условиях по окончании нагрева. Предлагаемый режим тепловой обработки заготовок квадратного сечения позволит значительно сократить длительность нагрева заготовок в печи (другими словами, увеличить производительность печи), в несколько раз сократить удельный расход топлива в печи на нагрев металла, снизить потери металла от окисления в печи.

Список литературы:

1. Лукин С.В., Кибардин А.В. Оптимальное использование физической теплоты слябов после МНЛЗ // *Металлург*. 2016. № 7. С. 38–43.
2. Лукин С.В., Мухин В.В., Осипов Е.Б. и др. Исследование теплообмена слитка с кристаллизатором сортовой машины непрерывного литья заготовок // *Изв. вузов. Черная металлургия*, 2008. № 5. С. 31–35.
3. Лукин С.В., Плашенко В.В., Образцов М.А. и др. Исследование теплоотдачи в зоне вторичного охлаждения сортовой машины непрерывного литья заготовок // *Изв. вузов. Черная металлургия*, 2009. № 1. С. 47–51.
4. Лукин С.В., Левашев К.Ю., Збродов А.А. Математическое моделирование теплового состояния заготовки квадратного сечения в сортовой МНЛЗ и в термосе // *Вестник Череповецкого государственного университета*, 2018. № 3. С. 37–45.
5. Лукин С.В. Режим нагрева и термостатирования слябов в печи при горячем посаде // *Металлург*. 2018. № 7. С. 54–58.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ПАССИВНЫХ ФИЛЬТРОВ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В РУДНИЧНОЙ СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Прасол Д.А., ст. преподаватель,
Погорелов А.В., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье представлено исследование влияния пассивных фильтров высших гармоник на потребление активной и реактивной мощности в высоковольтной рудничной сети скиповой подъемной установки, выполненное с помощью имитационной модели, разработанной в программном комплексе Matlab с пакетом расширений Simulink и библиотекой SimPowerSystems.

Ключевые слова: рудничная сеть, подъемная установка, пассивные фильтры гармоник, реактивная мощность, моделирование.

Высоковольтные рудничные сети имеют в своем составе мощные нелинейные потребители, представленные регулируемыми электроприводами скиповых и клетевых подъемных установок [1-2]. Работа данного электрооборудования сопровождается генерацией высших гармонических составляющих токов и напряжений в высоковольтную питающую рудничную сеть, что приводит к дополнительным потерям активной мощности в элементах системы электроснабжения и к другим негативным воздействиям [3].

Одними из наиболее распространенных, удобных, недорогих и доступных технических средств компенсации высших гармонических составляющих токов и напряжений являются пассивные фильтры (ПФ), которые представляют собой пассивную частотно-селективную цепь, обеспечивающую ослабление высших гармоник и коррекцию коэффициента мощности [3-4]. Однако ПФ обладают рядом недостатков:

- возможна перекомпенсация реактивной мощности при мощности потребителя ниже установленной, а при превышении мощности – недокомпенсация;
- эффективность работы фильтров снижается при изменении гармонического состава токов и напряжений, а также параметров сети;
- возможен резонанс в параллельном колебательном контуре, на частотах, близких к частотам компенсируемых высших гармоник.

Для оценки эффективности применения ПФ выполнен анализ их работы в рудничной высоковольтной системе электроснабжения подъемных установок (ПУ) на примере Яковлевского рудника Белгородской области [5]. Фрагмент схемы электроснабжения скиповой подъемной установки данного рудодобывающего предприятия представлен на рис. 1.

В качестве электропривода скиповой подъемной установки применяется регулируемый электропривод постоянного тока, выполненный по системе тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока независимого возбуждения. Электроснабжение электропривода осуществляется через два согласующих трансформатора от распределительного устройства 6 кВ, которое присоединено к секциям шин главной понизительной подстанции рудника (ГПП 110/6 кВ).

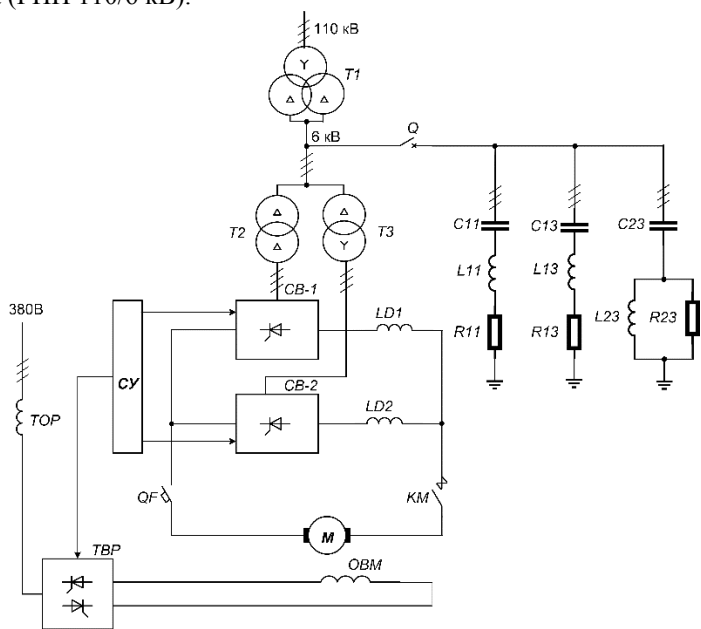


Рисунок 1. - Фрагмент схемы электроснабжения скиповой подъемной установки рудодобывающего предприятия

ПФ подключаются к шине распределительного устройства 6 кВ. В качестве ПФ в схеме электроснабжения скиповой ПУ применяются два резонансных фильтра для компенсации 11-й и 13-й гармоник, а также

широкополосный фильтр второго порядка, настроенный на компенсацию высших гармоник, начиная с 23-й [6].

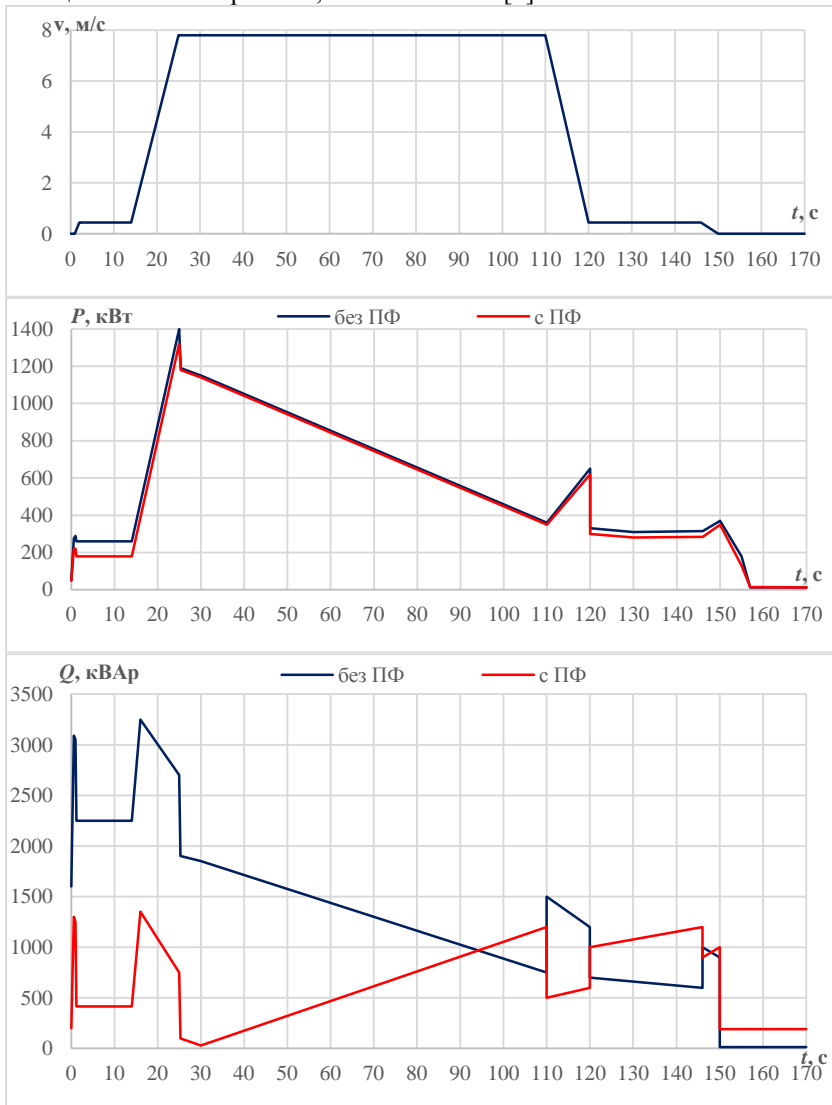


Рисунок 2. - Результаты моделирования скорости, активной и реактивной мощностей скиповой подъемной установки

На основании имитационной модели системы электроснабжения скиповой подъемной установки с установленными ПФ высших гармоник проведено имитационное моделирование одного цикла работы скиповой ПУ в программном комплексе Matlab с пакетом расширений Simulink [6]. На основании анализа результатов моделирования активной и реактивной мощностей были получены диаграммы, представленные на рис. 2.

Установка ПФ в схему электроснабжения скиповой ПУ не влияет на временные параметры цикла подъема–опускания, а также на скорость движения подъемного сосуда.

Временные диаграммы активной мощности, полученные с установленными ПФ и без них, отличаются друг от друга только на величину дополнительных потерь активной мощности вследствие компенсации высших гармоник тока и напряжения. Эффективная компенсации высших гармонических составляющих токов и напряжений позволила значительно снизить дополнительные потери активной мощности в элементах системы электроснабжения скиповой ПУ, обусловленные высшими гармониками [6]. При этом более эффективная компенсация высших гармоник и снижение дополнительных потерь мощности наблюдаются вовремя трогания, разгона и торможения.

Диаграммы реактивной мощности, полученные с установленными ПФ и без них, заметно различаются между собой вследствие компенсации реактивной мощности данными фильтрами. Расчет параметров ПФ выполнен с учетом компенсации реактивной мощности с учетом нормативного коэффициента мощности, который для сетей 1-20 кВ принимается равным $\text{tg}\varphi_0 = 0,4$ [7]:

$$Q_k = \alpha \cdot P \cdot (\text{tg}\varphi - \text{tg}\varphi_0), \quad (1)$$

где α – коэффициент, учитывающий повышение $\cos\varphi$ естественным способом, $\alpha = 0,9$; $\text{tg}\varphi$ и $\text{tg}\varphi_0$ – значение коэффициентов реактивной мощности до и после компенсации; P – активная мощность нагрузки в месте установки компенсирующих устройств. При этом при расчете параметров ПФ, обеспечивающих компенсацию ВГ токов и напряжений, использовались количественные значения трендов параметров графиков нагрузок.

На основании анализа графика реактивной мощности (см. рис. 2) следует, что на некоторых участках цикла работы ПУ происходит перекомпенсация реактивной мощности, что связано со снижением активной мощности, потребляемой электроприводом, ниже

установленной вследствие уменьшения статического момента скиповой подъемной установки при неуравновешенном подъеме груза и при остановке. Таким образом, используемые ПФ могут создавать режимы перекомпенсации и недокомпенсации реактивной мощности при значительном изменении режима потребления активной мощности из сети, что является их серьезным недостатком.

Список литературы:

1. Использование виртуального моделирования для выбора и проверки средств компенсации реактивной мощности и фильтрации гармоник в системах электроснабжения горнодобывающих предприятий / Массов А.А., Плотников С.В., Кирилина О.И. и др. // Разработка и внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, и устройств. Сборник статей VI Международной научно-практической конференции. Пенза. – 2015. – С. 12–25.
2. Использование имитационного моделирования для выбора и проверки фильтрокомпенсирующих устройств скиповой подъемной установки / О.И. Кирилина, А.А. Массов, С.В. Плотников и др. // Промышленная энергетика. – 2016. – №11. – С. 51–56.
3. Довгун В.П., Боярская Н.П., Новиков В.В. Синтез пассивных фильтрокомпенсирующих устройств // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2011. № 9–10. С. 31–39.
4. Массов, А.А. Создание имитационной модели для выявления искажений форм кривых токов и напряжений в сетях рудников /О.И. Кирилина и др. //Промышленная энергетика. – 2011.– №5. – С.44–49.
5. Авербух, М.А. Экспериментальная оценка параметров режимов в высоковольтных рудничных сетях с мощными нелинейными электроприемниками/ М.А. Авербух, Д.А. Прасол, С.В. Хворостенко // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 75–84. DOI: 10.21285/1814-3520-2017-2-75-84.
6. Авербух, М.А. Минимизация потерь мощности при несинусоидальных режимах в высоковольтных рудничных сетях / М.А. Авербух, А.В. Погорелов, Д.А. Прасол // Промышленная энергетика. – 2018. – № 7. – С. 38–46.
7. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 23.06.2015 № 380. «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420285270/>. Дата обращения: 21.08.2018.

ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКОГО ВКЛАДА СЛУЧАЙНОГО ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ В ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ РУДНИЧНОЙ СЕТИ В ТОКИ ИСКАЖЕНИЯ И ТОКИ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

Прасол Д.А., ст. преподаватель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. В статье представлена методика оценки фактического вклада нагрузки высоковольтной рудничной сети в токи искажения и токи гармоник на основе результатов экспериментальных исследований. При этом изменения параметров графиков нагрузок соответствуют стационарным случайным неэргодическим процессам. Предложенная методика позволяет выявить наиболее выраженные токи высших гармоник.

Ключевые слова: высоковольтная рудничная сеть, график нагрузки, случайный процесс, корреляция, фактический вклад, высшие гармоники, компенсация высших гармоник.

Нагрузка в высоковольтных системах электроснабжения рудодобывающих предприятий, как правило, носит случайный характер, что связано с загрузкой подъемных установок (ПУ), со временем суток, величиной загрузки подъемных сосудов. Изменение нагрузки в зависимости от времени относится к случайным процессам. Для исследования и прогнозирования токов нагрузки используется математический аппарат теории случайных процессов [1, 2].

Случайный процесс представляет собой совокупность случайных функций. Основными характеристиками случайного процесса изменения тока нагрузки являются математическое ожидание $M[I_{(l)}(t_j)]$, дисперсия $D[I_{(l)}(t_j)]$, среднее квадратичное отклонение $\sigma_{I(l)}$, корреляционная функция $K_{I(l)}(t_j, t_f)$ и нормированная корреляционная функция (коэффициент корреляции) $r_{I(l)}(t_j, t_f)$ [3].

Основанием для расчета числовых характеристик случайного процесса изменения нагрузки в высоковольтной рудничной сети служат данные, полученные экспериментальным путем [4]. При этом рассматриваются значения токов нагрузки в высоковольтной системе электроснабжения скиповой ПУ в течение самого загруженного периода за рабочую смену.

Как следует из результатов измерений и расчетов [4, 5], случайные процессы изменения параметров графиков нагрузок протекают однородно и имеют вид непрерывных случайных колебаний вокруг некоторого среднего значения, а различные реализации графиков нагрузок по току основной частоты имеют высокую корреляцию. Из результатов следует, что изменения параметров графиков нагрузок соответствуют стационарным случайным неэргодическим процессам. Неэргодичность данных процессов следует из того, что одна реализация не характеризует весь случайный процесс, так как дисперсия не остается постоянной. При этом процессы изменения во времени тока искажения и токов гармоник также можно считать стационарными случайными процессами, поскольку эти токи входят в состав тока нагрузки. Кроме этого, экспериментально подтверждено наличие высших гармонических составляющих токов в высоковольтной рудничной сети, а наиболее выраженными являются 11, 13, 23, 25, 35 и 37-я гармоники токов [4].

Систематичность оценивается по коэффициенту корреляции (ρ) между контролируемыми параметрами. Коэффициент корреляции является измерителем степени тесноты линейной статической связи между рассматриваемыми параметрами и определяется по графикам нагрузки [6]:

$$\rho(I_{(1)}, I_{(n)}) = \frac{\frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m (I_{(1)}(t_j) - M[I_{(1)}(t_j)]) \cdot (I_{(n)}(t_j) - M[I_{(n)}(t_j)])}{\sigma_{I_{(1)}}(t_j) \cdot \sigma_{I_{(n)}}(t_j)}. \quad (1)$$

Для коэффициента корреляции известно, что $-1 \leq \rho \leq 1$.

Для рассматриваемых графиков нагрузок и их параметров наибольший интерес представляет случай, когда $\rho \rightarrow 1$, то есть наблюдается прямая зависимость между изменением тока нагрузки и токами гармоник. Другими словами, при увеличении нагрузки повышается уровень искажения на рассматриваемых гармониках. Значение коэффициента корреляции $\rho \rightarrow 1$ соответствует функциональной зависимости между изменением потребляемого тока основной частоты $I_{(1)}(t_j)$ и токами гармоник $I_{(n)}(t_j)$ в точке присоединения нелинейной нагрузки, например линейного вида $y = a + bx$. Постоянные величины a и b определяются по выражениям [6]:

$$b = \frac{m \cdot \sum I_{(1)}[m] \cdot I_{(n)}[n] - \sum I_{(n)}[m] \cdot \sum I_{(1)}[m]}{m \cdot \sum I_{(1)}^2[m] - \left(\sum I_{(1)}[m] \right)^2}; \quad (2)$$

$$a = \frac{\sum I_{(n)}[m] - b \cdot \sum I_{(1)}[m]}{m}. \quad (3)$$

Значение фактического вклада тока основной частоты $I_{(1)}$ в каждый ток гармоники $I_{(n)}$ в данном случае на каждом шаге:

$$I_{(n)I_{(1)}}[m] = b. \quad (4)$$

Определены коэффициенты корреляции между током нагрузки основной частоты $I_{(1)}[m]$ и токами 11, 13, 23, 25, 35 и 37-й гармонических составляющих (табл. 1). Из результатов расчета видно, что наблюдается существенная корреляция между током основной частоты и n -ми гармониками тока, все коэффициенты корреляции удовлетворяют условию $\rho \rightarrow 1$.

Таблица 1. - Результаты расчета коэффициентов корреляции и коэффициентов линейных зависимостей

n	11	13	23	25	35	37
$\rho(I_{(1)}, I_{(n)})$	0,981	0,957	0,955	0,964	0,927	0,969
a	-1,983	-1,771	-0,545	-1,065	-0,195	-0,81
b	0,0586	0,0449	0,0206	0,0224	0,0091	0,0125

Так как коэффициенты корреляции $\rho \rightarrow 1$, фактический вклад вычисляется методом построения зависимости тока n -ой гармонической составляющей $I_{(n)}[m]$ от тока нагрузки основной частоты $I_{(1)}[m]$. Как видно из графиков (рис. 1), зависимости носят явно выраженный линейный характер. Поэтому возможно осуществить переход от корреляционной зависимости к функциональной – линейной. Уравнения, описывающие данные линейные зависимости, имеют вид:

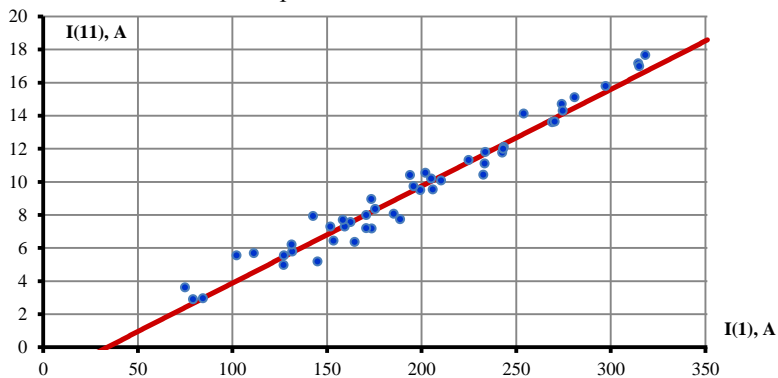
$$I_{(11)} = 0,0586 \cdot I_{(1)} - 1,983; \quad I_{(13)} = 0,0449 \cdot I_{(1)} - 1,771;$$

$$I_{(23)} = 0,0206 \cdot I_{(1)} - 0,545; \quad I_{(25)} = 0,0224 \cdot I_{(1)} - 1,065;$$

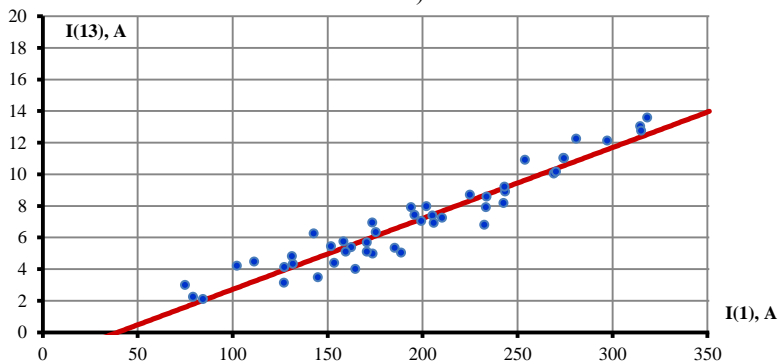
$$I_{(35)} = 0,0091 \cdot I_{(1)} - 0,195; \quad I_{(37)} = 0,0125 \cdot I_{(1)} - 0,81.$$

Полученные значения коэффициентов a и b линейных зависимостей приведены в табл. 1.

Исходя из полученных зависимостей, можно сделать вывод, что наибольший фактический вклад тока нагрузки основной частоты $I_{(1)}$ имеют токи 11-й и 13-й гармоник из всех наиболее выраженных, что характеризуется наибольшими значениями коэффициентов пропорциональности b полученных линейных уравнений. Наименьший вклад имеет ток 35-ой гармонической составляющей.



а)



б)

Рисунок 1. - Диаграммы корреляционных зависимостей:

а) $I_{(11)} = f(I_{(1)})$; б) $I_{(13)} = f(I_{(1)})$

Предложенная методика оценки фактического вклада нагрузки в токи искажения и токи гармоник позволяет выявить и определить наиболее значительные по величине и наиболее коррелируемые по характеру токи гармоник. При этом корреляционную оценку и оценку фактического вклада в токи искажения и токи гармоник можно

производить от различных источников и при учёте разных факторов. Полученный результат позволит наиболее эффективно выполнить компенсацию токов высших гармоник, а тем самым улучшить показатели качества электрической энергии и снизить дополнительные потери мощности. При этом под эффективной компенсацией подразумевается выбор наиболее подходящего типа фильтрокомпенсирующего устройства, определение его параметров и места установки. Так для устранения выраженных гармоник низших порядков, например, 5-й и 7-й часто применяют пассивные резонансные фильтры гармоник [7, 8, 9], а для компенсации гармоник более высоких порядков, например, свыше 17-й, применяются пассивные широкополосные фильтры второго и третьего порядков [7, 8, 9].

Список литературы:

1. Третьяков, Е.А. Управление качеством электрической энергии в распределительных сетях железных дорог: монография / Е.А. Третьяков. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2013. – 196 с.
2. Жежеленко, И.В. Методы вероятностного моделирования в расчетах характеристик электрических нагрузок потребителей / И.В. Жежеленко. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 234 с.
3. Веников, В.А. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики / В.А. Веников. – М.: Высшая школа, 1981. – 288 с.
4. Авербух, М.А. Экспериментальная оценка параметров режимов в высоковольтных рудничных сетях с мощными нелинейными электроприемниками/ М.А. Авербух, Д.А. Прасол, С.В. Хворостенко // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 75–84. DOI: 10.21285/1814-3520-2017-2-75-84.
5. Авербух, М.А. Анализ электромагнитной совместимости сети высокого напряжения горнорудного предприятия / М.А. Авербух, Д.А. Прасол // Энергетик. – 2018. – № 2. – С. 36–41.
6. Управление качеством электроэнергии: учебное пособие / И.И. Кар-ташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов [и др.]; под ред. Ю.В. Шарова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. – 347 с.
7. Арриллага Дж. Гармоники в электрических системах: пер. с англ./ Дж. Арриллага, Д. Брэдли, П. Боджер. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320 с.
8. Синтез фильтрокомпенсирующих устройств для систем электроснабжения: коллективная монография / Н. П. Боярская, В. П. Довгун, Д. Э. Егоров и др.; под ред. В. П. Довгуна. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 192 с.
9. Авербух, М.А. Минимизация потерь мощности при несинусоидальных режимах в высоковольтных рудничных сетях / М.А. Авербух, А.В. Погорелов, Д.А. Прасол // Промышленная энергетика. – 2018. – № 7. – С. 38–46

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКОВ ТОКА НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ХОЛЛА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК

Прокопишин Д.И., ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Одним из способов компенсации высших гармоник тока является применение активных фильтров гармоник. Для систем управления этими устройствами необходима информация о протекающем токе в фазах электроприёмника и фильтра. Авторами предлагается система измерения гармоник тока, построенная на базе датчиков тока на основе эффекта Холла. Получены уровни гармоник тока, потребляемого лабораторным блоком питания, с помощью предложенной системы и анализатора качества электроэнергии. Произведено сравнение результатов, из которых следует, что предлагаемая система требует дополнительной обработки сигнала на пример с помощью алгоритмов цифровой фильтрации.

Ключевые слова: быстрое преобразование Фурье, датчики тока на основе эффекта Холла, микроконтроллер

Одним из способов компенсации высших гармоник тока является применение активных фильтров гармоник [1-3], с различными алгоритмами управления [4-5]. Для любой системы управления активным фильтром необходима информация о протекающем токе в фазах электроприёмника и фильтра. Для измерения тока существуют следующие технические средства [6]:

- трансформаторы тока
- датчики тока компенсационного типа
- датчики тока на основе эффекта Холла

Основным преимуществом датчиков тока на основе эффекта Холла, является возможность измерения постоянного и переменного тока, также они дешевле по сравнению с датчиками компенсационного типа. Рассмотрена система измерения тока, построенная на базе датчиков на основе эффекта Холла марки ACS712ELCTR-05B-T. Принципиальная схема системы представлена на рисунке 1.

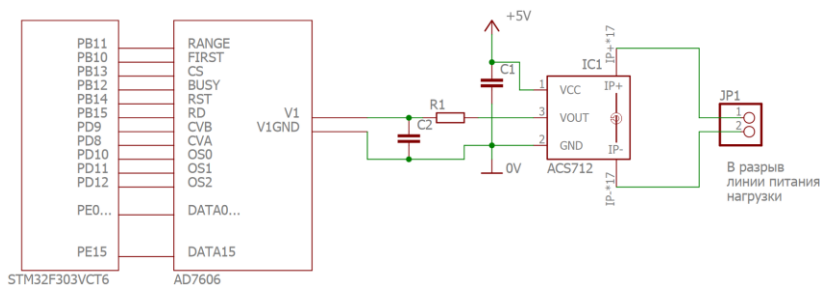


Рисунок 1 - Принципиальная схема системы измерения тока

Датчик тока IC1, подключается в разрыв линии питания нагрузки. Выходным сигналом датчика, является напряжение уровень, которого определяется в соответствии с формулой:

$$V_{out} = I \cdot k + V_{cc} / 2, \quad (1)$$

где I – значение измеряемого тока; k – переводной коэффициент, для датчика ACS712ELCTR-05B-T он равен 0,185мВ. V_{cc} - напряжение питания датчика.

Выходной сигнал датчика подаётся на вход АЦП AD7606BSTZ, основные технические характеристики которого приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные технические характеристики АЦП AD7606BSTZ

Параметр	Значение
Разрядность, бит	16
Частота преобразования, кГц	200
Количество каналов измерения	8

АЦП подключался к микроконтроллеру STM32F303VCT6, через параллельный интерфейс. В микроконтроллере реализована подпрограмм алгоритма быстрого преобразования Фурье [7]. Для хранения измеренного сигнала использовался массив размером 256 элементов, который заполнялся в прерывании с частотой вызова равной 12,8 кГц.

С помощью представленной системы произведено измерения тока, потребляемого лабораторным блоком питания. Измеренные мгновенные значения тока передавались на компьютер, для их дальнейшего графического отображения. На рисунке 2 представлена полученная форма кривой тока.

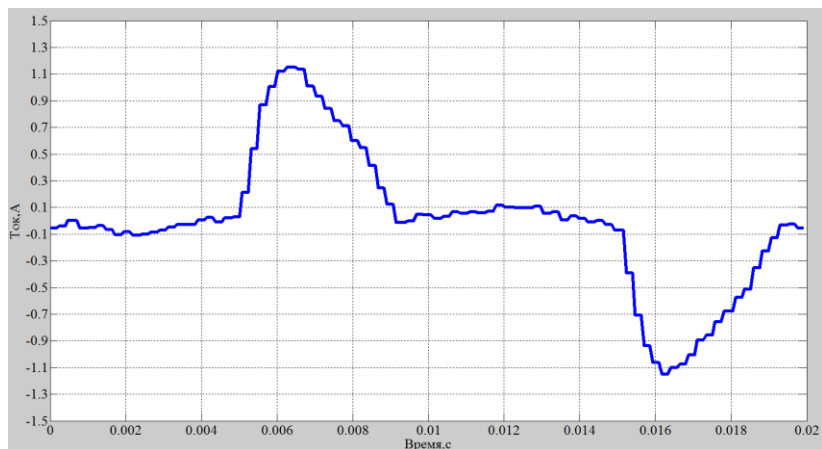


Рисунок 2 - Форма кривой измеренного тока

Дополнительные измерения произведены анализатором качества электроэнергии С.А 8335 QUALISTAR PLUS, технические характеристики которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные технические характеристики анализатора С.А 8335 QUALISTAR PLUS

Параметр	Значение
Полоса пропускания токовых клещей, Гц	40-10000Гц
Диапазон измерения тока переменного тока, А	0,005мА...120А
Измерение гармоник	До 50-й

В таблице 3 представлены результаты измерений нечётных гармоник, остальные гармоники для данной нагрузки были незначительны. Данные полученные с помощью анализатора качества электроэнергии обрабатывали в соответствии с [8].

Из результатов, представленных в таблице 3 следует, что для измерений высших гармоник предложенная система показывает плохой результат и требует доработки.

Таблица 3. - Результаты измерений и сравнения показаний, полученных с помощью анализатора качества и датчика тока на основе эффекта Холла

№ гармоник	Показания анализатора качества С.А 8335 QUALISTAR PLUS		Показания датчика тока	Сравнение результатов	
	Среднее значение уровня гармоник, I_{8335}	Доверительный интервал	Уровень гармоник, I_c	$\Delta = I_{8335} - I_c$	$\frac{100\% \cdot \Delta}{I_{8335}}$
1	0.37976	0,0003	0,403378	-0,024	6,24867
3	0.263501	0,0012	0,277141	-0,013	4,99001
5	0.097427	0,0022	0,103186	-0,005	4,78325
7	0.042667	0,0011	0,051355	-0,009	20,7681
9	0.047872	0,0018	0,054717	-0,008	16,3123
11	0.01945	0,0010	0,021527	-0,003	13,6696
13	0.013686	0,0003	0,012671	0,001	7,604025
15	0.014461	0,0003	0,014918	0,000	2,92126
17	0.006806	0,0007	0,003826	0,003	46,65257
19	0.006918	0,0004	0,01014	-0,003	43,5145
21	0.003381	0,0009	0,002856	0,000	4,385683
23	0.004475	0,0004	0,004956	-0,001	13,9499
25	0.002993	0,0004	0,001572	0,001	48,38532
27	0.001809	0,0003	0,002782	-0,001	49,206
29	0.003038	0,0003	0,004164	-0,001	32,946
31	0.001035	0,0002	0,001564	0,000	41,2042
33	0.001899	0,0004	0,002851	-0,001	63,6294
35	0.001497	0,0004	0,001538	0,000	13,076
37	0.00038	0,0003	0,002849	-0,002	555,768
39	0.000752	0,0001		-0,002	226,69

Разработана принципиальная схема системы измерения высших гармоник на базе датчиков тока на основе эффекта Холла. Произведено сравнение результатов измерения высших гармоник тока полученных предложенной системой и анализатором качества электроэнергии. Установлена значительная разница между измеренными значениями, которая в некоторых случаях превышает 10%. Для улучшения результатов измерения необходима дополнительная обработка сигнала, например, с помощью алгоритмов цифровой фильтрации

Список литературы:

1. Авербух М. А., Жуков Н. А., Хворостенко С. В. Оценка уровня высших гармоник токов и напряжений в электрических сетях заводов железобетонных изделий // Научное обозрение. – 2016. – №. 7. – С. 79-85.
2. Шалыгин К. А., Нос О. В. Активные силовые фильтры в задачах повышения качества электрической энергии // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2013. – №. 4. – С. 191-201.
3. Жилин Е.В. Активный силовой фильтр для трёхфазной четырёхпроводной сети// Международная научно-техническая конференция молодых учёных БГТУ им. В.Г. Шухова. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 4909 – 4913.
4. Akagi H. Active harmonic filters // Proceedings of the IEEE. Т. 93. 2005. №. 12. С. 2128–2141.
5. Прокопишин Д.И. Использование цифровых фильтров в составе системы управления однофазного активного фильтра гармоник// Энергоэффективность и энергосбережение в современном производстве и обществе Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией В.А. Гулевского. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2018. – С. 165-170.
6. Эрик Ланге. Датчики тока компенсационного типа// Силовая Электроника. Перевод В. Рентюк. – 2014. - №3. – С. 42-44.
7. Реализации алгоритмов/Быстрое преобразование Фурье https://ru.wikibooks.org/wiki/Реализации_алгоритмов/Быстрое_преобразование_Фурье
8. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. [Электронный ресурс]. - URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200089016> (дата обращения 3.02.2019).

ВЛИЯНИЕ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОРАЗРЯДНЫХ ЛАМП НА РАБОТУ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК В ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Сапрыка А.В.¹, д-р техн. наук, профессор,
Вендин С.В.², д-р техн. наук, профессор,
Рощубкин П.В.¹, ст. преподаватель

¹Белгородский государственный технологический
университет им В.Г. Шухова

²Белгородский государственный аграрный
университет им В.Я. Горина

Аннотация. Выполнен анализ влияния вольт-амперных характеристик газоразрядных ламп на работу осветительных установок, используемых в городских электрических сетях; проанализированы ограничения к характеристикам источника питания газоразрядных ламп.

Ключевые слова: газоразрядные лампы, вольт-амперные характеристики, устойчивость горения, источник света.

Современный этап развития характеризуется широким внедрением в осветительную технику большого ассортимента разрядных ламп, что дает возможность экономично решать вопросы повышения качества освещения. Вместе с тем при включении разрядных ламп в питающую сеть необходимо учитывать некоторые особенности.

Впервые аналитическую аппроксимацию вольт-амперной характеристики дугового разряда между угольными электродами в воздухе получил Г. Айртон [1-4], которая имеет следующую эмпирическую формулу:

$$U_{\lambda} = a + bl + \frac{(c + dl)}{I_{\lambda}}, \quad (1.1)$$

где a , b , c и d – константы, зависящие от состава газовой среды, давления, условий горения дуги и охлаждения электродов; U_{λ} – напряжение на разрядном промежутке; I_{λ} – ток лампы; l – длина дуги.

Для семейства дуг одинаковой длины была получена зависимость

$$U_{\lambda} = A + \frac{B}{I_{\lambda}}, \quad (1.2)$$

где A и B – константы.

Исследования Ноттингема позволили придать предшествующей формуле более общий вид, пригодный для дугового разряда не только при угольных электродах, но и различных металлических электродах:

$$U_d = A + \frac{B}{I^n}, \quad (1.3)$$

где n – постоянная, зависящая от материала и конструкции электродов.

Для общего случая, когда длины дуг различны, формула для вольт-амперной характеристики дугового разряда с металлическими электродами имеет вид:

$$U_d = a + bl + \frac{(c + dl)}{I_l^n}. \quad (1.4)$$

В разрядном источнике света, представляющем собой сосуд, наполненный парами металла (например, ртути), при дуговом разряде давление паров металла зависит от температуры наиболее холодной части сосуда, т. е. определяется током разряда и условиями охлаждения лампы. Поэтому константы a , b , c и d будут в большей степени зависеть от внешних условий.

Статические и динамические вольт-амперные характеристики ламп, имеющих в рабочем режиме постоянное давление наполняющего газа, можно считать практически одинаковыми. Они могут несколько различаться вследствие изменений условий на катоде и аноде [1].

Если известны для данного разряда постоянные a и b , то на основании вышеприведенной формулы можно определить, какое может быть минимальное напряжение сети при заданном R

$$U_{\min} = \sqrt{4Rb} + a, \quad (1.5)$$

(знак у корня плюс, так как всегда $U > a$)

Если задано напряжение U , то значение R будет:

$$R = \frac{(U - a)^2}{4b}. \quad (1.6)$$

Мощность лампы определяется по формуле

$$P_d = U_d I = UI - I^2 R. \quad (1.7)$$

Для определения максимальной мощности лампы используется следующая формула

$$P_{л. макс} = U_{л} I = \frac{U^2}{4R}. \quad (1.8)$$

Отношение $U_{л}/U$ в случае питания ламп постоянным током обычно стремятся сделать наибольшим. Практически оно составляет 0,6–0,7. Отношение a/U обычно бывает равно 0,8–0,9. Поэтому отношение $(2U_{л} - a)/U$ близко к 0,5. Таким образом, практически

$$\frac{dI}{I} \approx \frac{2dU}{U}. \quad (1.9)$$

Напряжение U_3 зависит от свойств источника света, скорости изменения напряжения на нем и ряда других факторов. Напряжение U_2 в течение полупериода изменяется в небольшой степени и в первом приближении его можно считать постоянным. Чем больше будут амплитуда, частота и скорость нарастания напряжения питания, тем меньше U_3 . В пределе, когда $t_3 + t_x \rightarrow 0$, $U_3 \rightarrow U_2$. С увеличением напряжения питания бестоковая пауза уменьшается. Она зависит от отношения $U_{л}/U$: чем меньше оно, тем меньше бестоковая пауза.

Согласно [3] разложение кривой тока в ряд Фурье и последующий анализ дают интересные зависимости. Так, действующее напряжение на лампе

$$U_c = \frac{U_m}{\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{1}{2}(\phi_3 + \phi_x) - \frac{1}{4}(\sin 2\phi_3 + \sin 2\phi_x) + (\pi - \phi_3 - \phi_x) \sin^2 \phi_x} \quad (1.10)$$

действующее значение тока в контуре

$$I = \frac{U_m}{R\sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{1}{4}(\sin 2\phi_3 - 3\sin 2\phi_x) + \left(1 - \frac{\cos 2\phi_x}{2}\right)(\pi - \phi_3 - \phi_x) - 2\sin \phi_x \cos \phi_3} \quad (1.11)$$

Учитывая вышеперечисленное, источник питания должен обеспечить электропитание разряда в статических и динамических режимах в области характеристик, ограниченных кривой, определяющей предельные значения электрических параметров (линия *a-b-c-d* на рис. 1) [3-7].

При этом ограничения проявляются не только из-за условий надежности эксплуатации, а также из-за возможности реализовать технико-экономические показатели непосредственно источника питания. Установленная мощность источника питания определяется предельными параметрами по напряжению и току. От данной мощности

находится в зависимости массогабаритные показатели и стоимость источника питания.

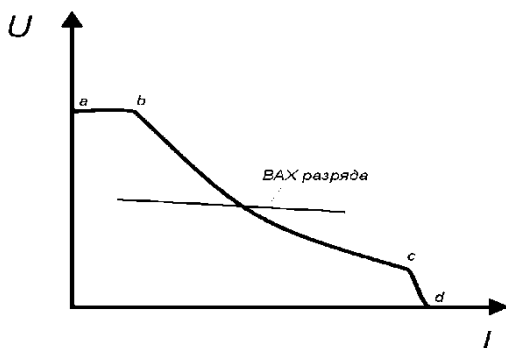


Рисунок 1. - Рабочая область характеристик источника питания.

За условие надежного зажигания (перезажигания), а также поддержание горения разряда, отвечает участок $a-b$.

Участок $b-c$ определяет максимальную мощность в рабочем режиме. Данную мощность недопустимо превышать относительно режима эксплуатации разрядной установки, иначе данное превышение приведет к сокращению её срока службы.

За ограничение тока при выходе на рабочий режим отвечает участок $c-d$. При этом скорость выхода на рабочий режим однозначно определяет данный ток. Значение этого тока может быть ограничено лишь явлениями, которые могут привести к ускоренному выходу из строя электродов [1]. Применение средств стабилизации тока будет определять наклон кривой на участке ограничения тока.

Стабильность электрических параметров, обычно мощности или тока, определяется по их отклонению от заданных значений при изменении нагрузки, напряжения питающей сети, а также характеристик источника питания, вызванных технологическим разбросом параметров его элементов или изменением температуры. В качестве численного значения используется коэффициент нестабильности, определяемый отношением относительного отклонения стабилизируемого параметра к относительному изменению параметра, вызывающего это отклонение. Например, коэффициент нестабильности

мощности P при изменении сетевого напряжения U_c определяется формулой

$$\lambda_{P,U_c} = (\partial P / P) / (\partial U_c / U_c). \quad (1.12)$$

Коэффициент неустойчивости тока разряда при изменении напряжения сети равен:

$$\lambda_{I,U_c} = (\partial I / I) / (\partial U_c / U_c). \quad (1.13)$$

Устойчивость горения стационарного разряда в области точек равновесия, определяемых пересечением ВАХ разряда и ВАХ ИП, обеспечивается при выполнении известного условия [6]:

$$R_{\text{дин.разряда}} - R_{\text{дин.ИП}} > 0, \quad (1.14)$$

где $R_{\text{дин.разряда}} = \partial U / \partial I$ – динамическое сопротивление разряда в точке равновесия;

$R_{\text{дин.ИП}} = \partial U_{\text{ИП}} / \partial I_{\text{ИП}}$ – динамическое сопротивление ИП в точке равновесия.

Поэтому при использовании ИП с характеристиками источника тока ($R_{\text{дин.ИП}} \rightarrow -\infty$) условие устойчивого горения выполняется для всех возможных ВАХ разряда.

Список литературы:

1. Сапрыка А.В. Современные технологии в осветительных системах мегаполиса / А. В. Сапрыка. - Харьков, ХНУРЕ, 2010. -260 с.
2. Кожушко Г.М. Шляхи підвищення світлотехнічних характеристик натрієвих ламп / Г. М. Кожушко, С. Г. Кислиця // Світлолюкс. – 2004. – №1. – С. 36–38.
3. Фугенфиров М.И. Что нужно знать о газоразрядных лампах/ М.И. Фугенфиров– М.: Энергия, 1968. – 120с.
4. Рохлин Г. Н. Разрядные источники света/ Г. Н. Рохлин. –2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 720 с.
5. Уймаус Д. Газоразрядные лампы / Д. Уймаус – М.: Энергия, 1977. – 343с.
6. Поляков В. Д. Источники питания разрядных ламп / В. Д. Поляков – М.: МЭИ, 2002. – 55 с.
7. Сапрыка А.В. Исследование эксплуатационных характеристик современных энергосберегающих осветительных установок / А. В. Сапрыка. Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. – Вып. 84. – К.: «Техніка», 2008. – С.265–270.

ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СМЕСИТЕЛЕМ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Сибирцева Н.Б., ст. преподаватель,
Федоров Д.В., магистрант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В данной работе объектом исследования является возможность управления смесителем периодического действия. В настоящее время нет точного времени перемешивания одной партии, поэтому время смешивания зависит от многих факторов – конструкции и скорости движения рабочих органов, состава и свойств ингредиентов. В сложившиеся ситуации, когда существующее технологическое оборудование, как и сама реализуемая ими модель смешивания, практически полностью исчерпали возможности дальнейшего улучшения, особую опасность представляет распространенное заблуждение, что достигнутый уровень однородности смеси является вполне достаточным и дальнейшее его повышение экономически не целесообразно.

Ключевые слова: лопастной смеситель, время перемешивания, эксперименты, графики потребления тока.

Основными процессами технологической цепочки производства сухих строительных смесей, оказывающих существенное влияние на их эксплуатационные характеристики, является: подготовка сырьевых компонентов, их дозирование и смешивание, распределение малых химических добавок и премиксов в основной массе продукта. Однородность материала, является основой требуемого качества современных строительных смесей. От того, насколько равномерно отдельные компоненты будут распределены в основном объеме смеси, напрямую зависят эксплуатационные характеристики получаемого продукта. Даже небольшое отклонение содержания малых добавок, вызванное плохим их распределением, может негативно сказаться как на физико-механических, так и на технико-эксплуатационных свойствах смеси[1].

Именно по этим причинам смесительный узел по праву считается наиболее ответственным участком завода по производству сухих строительных смесей. Соответственно, выбор смесительного оборудования, является важнейшим шагом на пути получения высококачественного продукта.

Исследования, посвященные повышению однородности многокомпонентных смесей, проводившиеся как в нашей стране, так и за рубежом, позволяют составить общее представление о процессах, влияющих на основные физико-технические и технологические свойства смешиваемых материалов. На основании научных работ и многолетней производственной практики, можно сделать вывод, что увеличение степени совмещения компонентов смеси, повышение однородности, снижение энергетических и эксплуатационных затрат, могут дать лишь способы, обеспечивающие высокую интенсивность энергетических воздействий на смешиваемые компоненты.

Большинство последних работ направленные на получение качественных смесей направлены на модернизацию конструкции смесей и никак не затрагивают его систему управления.

В производстве сухих строительных смесей в настоящее время применяется разнообразное смесительное оборудование: циклического и принудительного действия.

Среди смесителей периодического действия различают: барабанные, червячно-лопастные, бегунковые, циркуляционные, вибросмесители и т. д.

Среди разнообразных смесителей периодического действия обладают лопастные смесители, где вращающиеся лопасти осуществляют одновременно достаточно эффективное перемешивание компонентов[2].

Лопастные смесители наиболее часто применяют при смешении пастообразных материалов и порошков. Как правило, качество смешения в смесителях периодического действия выше, так как при одинаковой конструкции смесителей непрерывного и периодического действия у последних время пребывания материала в зоне смешения не лимитировано конструкцией и режимом перемешивания[3].

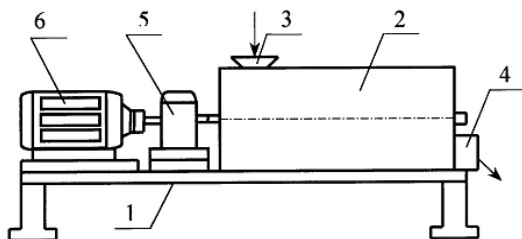


Рисунок 1 - Лопастной смеситель

Лопастной смеситель (рис. 1) представляет собой раму (1) на которой размещен корпус (2), в котором расположены два вала с лопатками, вращения вала происходит за счет электродвигателя (6), двигатель связан с приводом. Компоненты смеси загружаются в загрузочное отверстие (3), после перемешивания смесь выгружается из выгрузочного отверстия.

Лопастной смеситель обладает рядом преимуществ, который выгодно отличает его от других механических аналогов.

- Занимает небольшую площадь;
- Потребляет меньше электроэнергии;
- Смешивает продукт с однородностью от 95 до 98%;
- Обладает низким уровнем шума;
- Обслуживается одним оператором;
- Не требует специальной подготовки для управляющего процессом;
- Обладает возможностью подмешивания жидких компонентов;
- Быстро и легко очищается.

В качестве сырья использовалось для анализа возможности автоматизированного управления, экспериментальный лопастной смеситель объемом 40 литров, 22,5 килограмма песка и 17,5 килограмм щебня фракции 5-10. Поскольку исходные характеристики сырья не могут сильно различаться, время необходимое для перемешивания компонентов в каждом конкретном случае – различно. Недомешивание – ведет ухудшению из-за чрезмерного пребывания смеси в смесителе, следовательно, увеличению мощности и удорожанию сырья.

С целью определения оптимального времени смешивания компонентов проведено исследование экспериментального смесителя, в ходе которого получены результаты зависимости потребления электродвигателем тока от цикла перемешивания.

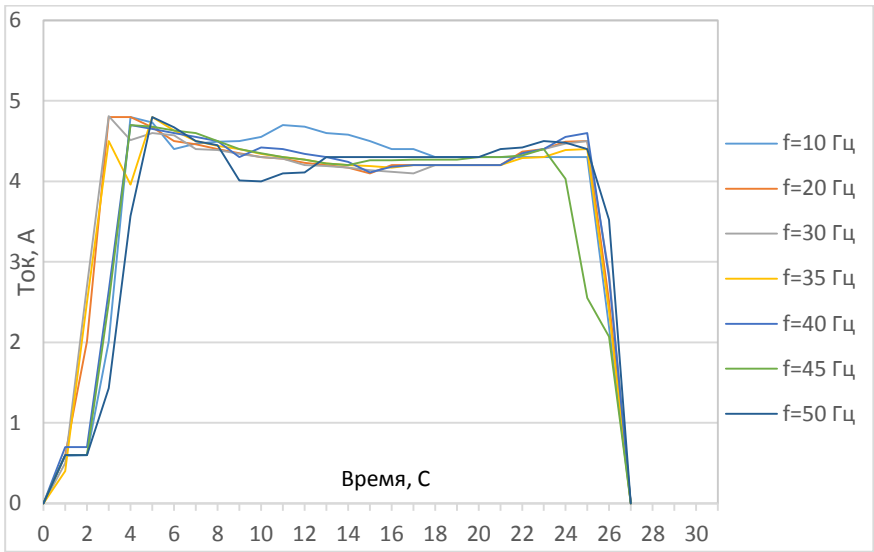


Рисунок 2 - График потребления тока при различных частотах без воды

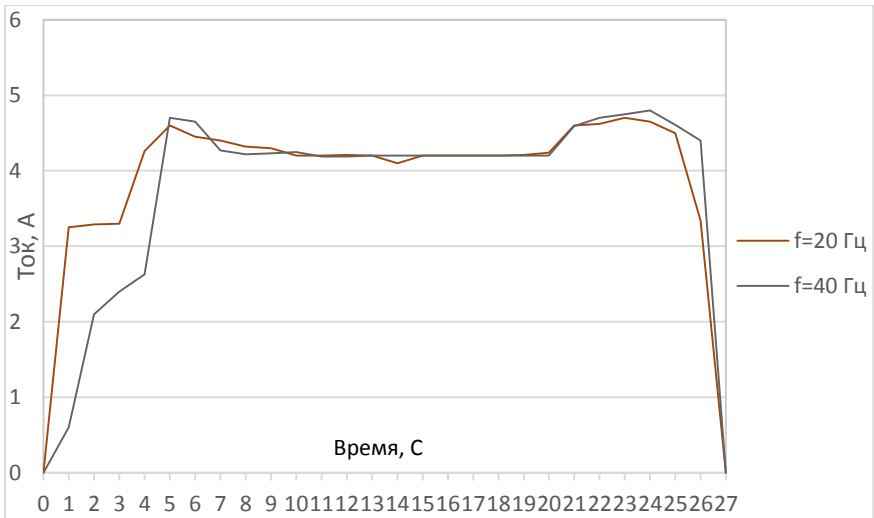


Рисунок 3 - График потребления тока при различных частотах с добавлением 5 литров воды

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что длительность процесса смешивания не зависит от частоты питающего напряжения. Но при частоте $f = 10$ Гц рабочий ток электродвигателя максимальный.

Из данного эксперимента можно сделать вывод, что наступает установившийся режим, который характеризует окончание процесса смешивания, на основе этого сигнала можно разработать алгоритм управления, который будет отслеживать потребляемый ток электродвигателем и ориентируясь на него заканчивать процесс смешивания, с целью минимизации затрат на электрическую энергию на изменение перемешивания.

Так как во всех случаях наступает установившийся режим, который характеризуется минимальным током. В тоже время визуально компоненты смеси равномерно распространяются по всей площади, можно сделать вывод, что полученный эффект может быть положен в основу алгоритма автоматического управления, с помощью микроконтроллера, который будет получать информацию о потребляемом электродвигателем токе.

Список литературы:

1. Ильевич А.П. Машины и оборудования для заводов по производству керамики и огнеупоров.: Энциклопедия. – Москва.: Издательство «Машиностроение», 1980. -356с.
2. Загороднюк Л.Х. Смесители для приготовления сухих строительных смесей / Л.Х. Загороднюк, А.В. Шкарин, С. Перепечин, А.А. Загородний // Инновационные материалы и технологии. – 2013.– № 8.- С. 97-101.
3. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций.: Учебное пособие.: Москва.: Издательство «Машиностроение», 1975. – С. 351.

ГЕЛИОЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ И В МИРЕ

Соболь Т.Г., доцент,

Ревин Д.В., студент,

Панищева Ю.С., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. Данная статья рассматривает один из самых перспективных способов методов перехода с исчерпаемых и неэкологических источников энергии. Раскрывается её конкурентоспособность на сегодняшний день и возможность повышения процента её использования в будущем в России и в мире.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, гелиоэнергетика, экология.

Гелиоэнергетика (солнечная энергетика) – вид энергетики, основанный на применении непосредственно солнечного излучения для получения какого-либо вида энергии. Солнечная энергетика использует источник энергии, который неисчерпаем, и является экологически чистой, т.е. не выделяющей вредных отходов.

Производство энергии при помощи солнечных электростанций соответствует концепции распределенного производства энергии.

Сегодня гелиоэнергетика выступает в роли основного метода снабжения спутников, космических станций и зондов электроэнергией.

Перспективно и целесообразно использовать данную энергию рассредоточенными и малоэнергоёмкими потребителями в областях, где наблюдается значительная солнечная радиация. В древней Греции солнечную радиацию использовали для освещения и строительства домов, для обогрева. Сегодня в домостроении используются специальные конструктивные приёмы по применению солнечной радиации, которые дают возможность сокращать потребность в отоплении на 75%.

Уже запущено использование прямых преобразователей солнечной радиации в тепловую и электрическую энергию в домостроении. Солнечную энергию генерируют на солнечной тепловой станции–башни (гелиостат), которая окружена группой зеркал (приёмников), собирающих падающую энергию Солнца на гелиостате, где температура достигает 1200°С. При помощи замкнутого охлаждённого контура вырабатывается электрическая энергия. На фотоэлектрических станциях энергия падающих лучей преобразуется через солнечные

элементы в электроэнергию. Как правило, солнечные тепловые станции занимают большую площадь.

Сегодня человечество активно использует новые энергетические источники, которые являются экологически чистыми. В 1890-1910 годы происходил бурный переход на новые источники энергии. Также данный период ознаменован заменой каретной тяги автомобилем, а светильники на газу освещением за счёт электричества. Во многих развитых странах свершилась промышленная революция.

В наши дни человечество переживает очередной переход на новые энергетические источники, который начался ещё в 1990 году. Учёные утверждают, что данный период продлится до 2020 года. Особенностью этого времени является его экологическая направленность – уменьшение загрязнения окружающей среды, снижение объёмов выбросов в атмосферу углекислого газа и сернистых газов. За это время человек должен внедрить возобновляемые чистые источники энергии, например гелиоэнергетику и тепловые насосы, в свою повседневную жизнь. Иначе под угрозу экологической катастрофы будет поставлена возможность дальнейшей жизнедеятельности на планете.

Возможности гелиоэнергетики

Чтобы оценить возможности гелиоэнергетики, принято считать, что плотность потока солнечной радиации вне земной атмосферы равна 1,4 кВт на метр квадратный, в полдень на уровне океана – 1 кВт на метр квадратный.

Наша планета в среднем перехватывает $1,7 \times 10^{14}$ кВт солнечной радиации, которая имеет огромную мощность, превышающую в 500 раз предельные малодостижимые потребности человечества. За год наша планета получает 10^{18} кВт/ч солнечной энергии, это в 10 раз больше, чем количество энергии, которое могут дать все известные ископаемые топлива, в том числе расщепляемые вещества. Из общего количества солнечной радиации, поступающей на планету, 30% сразу же отражается в космическое пространство коротковолновым отражением, половина поглощается атмосферой, поверхностью планеты и преобразуется в тепло, которое рассеивается в космос в качестве инфракрасного излучения. Следующие 20% участвуют в процессах отражения, конвекции, осадков, кругооборота воды в природе. Около 0,2% энергии Солнца уходит на образование океанских и атмосферных потоков. И только 0,02% солнечной энергии захватывается хлорофиллом, содержащимся в зелёной растительности, и принимает участие в поддержании жизни на планете. Благодаря этим 0,02% миллионы лет назад образовалось ископаемое топливо на Земле.

Гелиоэнергетика является популярным видом электроэнергии в Западной Европе и Латинской Америке.

По самым оптимистичным прогнозам, к 2020 году гелиоэнергетика будет приносить 5-25% производства энергии во всем мире.

Существует два вида гелиоэнергетики: физический и биологический. Физический вариант – энергия аккумулируется солнечными элементами на полупроводниках, солнечными коллекторами или собирается системой зеркал.

Солнечные коллекторы распространены в Израиле, Японии, Греции, Турции, в Египте и на Кипре для отопления и нагревания воды. Некоторые предприятия в РФ производят солнечные сушилки, используемые в сельском хозяйстве, которые дают возможность сократить на 40% расходы энергии на единицу сухого продукта. В РФ также выпускаются усовершенствованные комплексные установки для нагрева воды и плоские солнечные коллекторы.

Солнечные элементы (ФЭП, фотоэлектрические элементы) используются широко в космических аппаратах. Но наиболее экономичной является гелиоэнергетика, использующая системы зеркал, способствующие нагреванию в трубах солнечных электростанций (СЭС) масла. Энергия, вырабатываемая на СЭС, в 5-7 раз дешевле энергии ФЭП. Недостаток СЭС – большие затраты металла на их создание (они в 10-12 раз выше, чем при получении энергии на АЭС или ТЭС). Затраты цемента ещё больше: в 50-70 раз. СЭС требуют больших площадей, поэтому их строительство возможно только в пустынях. Так, на юге от Лос-Анджелеса функционирует СЭС мощностью 80 МВт, затраты на её возведение окупились быстро, получаемая энергия на 1/3 дешевле энергии АЭС.

При биологическом варианте гелиоэнергетики применяется солнечная энергия, которая накопилась в органическом веществе растений в процессе фотосинтеза, как правило, в древесине. Количество диоксида углерода, выделяющееся при сжигании растительной массы, равняется его усвоению в процессе роста растений (нулевые выбросы). В ближайшие годы Австрия планирует получать до 1/3 необходимой энергии от сжигания древесины. Для данных целей в Великобритании собираются засадить лесом 1 млн га территории земель, не использующихся для сельского хозяйства. Высаживаются быстрорастущие породы, например, тополь, срезку которого можно осуществлять уже через три года после высаживания (деревья высотой около 4 м, диаметр стволов от 6 см). В Бразилии из отходов сахарного тростника вырабатывают этиловый спирт, использующийся в качестве

топлива; в США функционируют электростанции, работающие на сжигании отходов кукурузы.

Компания в Америке «Дженерал электрик» применяет биомассу бурых быстрорастущих водорослей (с 1 га этих плантаций ежедневно получается энергия, равная энергии 28 л бензина). Также используется планктонная микроскопическая водоросль спирулина, которая может давать ежегодно с 1 га до 24 т сухого вещества. В данном случае энергия производится в замкнутой системе: после сжигания водорослей зола передаётся в бассейн для последующего использования, что сокращает расход элементов минерального питания.

Биологическим видом гелиоэнергетики также является выработка биогаза, швельгаза, образующегося при термической обработке (пиролизе) бытовых органических отходов в специальных установках, где они нагреваются в анаэробных условиях до 400-700°C. Затрачивается лишь некоторое количество тепловой энергии, получаемой из традиционных источников.

Список литературы:

1. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов /под ред. Виссарионова В. И., М.: изд. дом МЭИ, 2008
2. Дьяков А. Ф. Малая энергетика России: проблемы и перспективы. М.: «Энергопрогресс: энергетика», 2003

12. НОВЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ

ТЕХНОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Архипова Н.А., доцент,
Найда А.С.,
Тищенко М.В.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Использование ультразвука в машиностроении является перспективным направлением. Ультразвук применим во многих направлениях, как средство обработки, так и средство контроля сплошности материала. Ультразвук широко используется в производстве трубопроводов, для контроля сварных соединений, гибов труб и расточенных кромок. Возможности ультразвука очень широки и всё больше машиностроительных предприятий прибегают к его использованию.

Ключевые слова: ультразвук, дефектоскопия, ультразвуковые волны, ультразвуковая обработка.

При помощи оборудования имеется возможность создания ультразвуковых волн и инфразвуковых колебаний. И те и другие колебания полностью безвредны для восприятия человеком, но в промышленности они находят широкое применение и подходят для работы с различными металлами – и с хрупкими и с твердыми. Сердцем станка является специальный преобразователь, который превращает электрический ток в высокочастотные колебания. Происходит это за счет движения тока по обмотке и создания переменного магнитного поля, которое колеблет преобразователь. Из колеблющегося преобразователя и исходит ультразвук. Также используются специальные преобразователи, которые способны изменять амплитуды большого колебания в амплитуды малые и наоборот. К торцу волновода крепится приспособление необходимой формы, обычно форма приспособления совпадает с формой необходимого отверстия.

Подобные станки чаще всего используют для изготовления матриц и их повторной обработки, а также для выполненных из феррита ячеек памяти для различных микросхем и полупроводниковых приборов. Это

далеко не весь спектр работ, производимых с помощью ультразвука. Еще возможны работы по сварке, мойке, очистке и контролю измерений. Причем вся работа, производимая оборудованием на ультразвуке, эффективна и качественна.

Данная технология является одной из разновидностей технологии долбления. Ультразвук позволяет снять поверхностный слой с заготовки путем образования выколов и трещин, которые возникают под действием нагрузки.

Ультразвуковая обработка появилась из-за невозможности воздействовать на материалы непроводящего и непрозрачного типа привычным механическим методом. Ультразвук способен справиться с любыми материалами.

Среди преимуществ данной технологии можно выделить такие:

1. Универсальность – подойдет для обработки любых металлов.
2. Возможность работы с хрупкими материалами, такими как стекло, гипс, камни и материалы на основе алебаstra, а также для работы с алмазами.
3. По окончании работы нет остаточного напряжения, то есть возможность появления трещин на поверхности сведена к минимуму.
4. Низкий уровень шума в процессе работы.
5. Долговечность оборудования.

Суть процесса сводится к тому, что в рабочий сектор оборудования вливается абразивное вещество. Рабочий сектор – пространство между заготовкой и вибрирующим торцом инструмента. От колебания абразивные зерна бьются об поверхность металла, что способствует повреждению верхнего слоя. В качестве абразивного материала могут быть использованы такие вещества, как элементы кремния и бора на основе карбида. При ультразвуковой обработке используется и жидкость – для подачи абразива. В качестве жидкости всегда применяется вода.

Такая установка обеспечивает высокое качество работ, так как рабочий инструмент, который и образует вибрацию, выполнен из вязких компонентов, что способствует его малому износу в процессе работы. Кроме того, режущий инструмент не чувствителен к воздействию нагрузок ударного типа. В качестве оборудования применяются специальные станки, которые являются универсальными ультразвуковыми агрегатами и могут быть использованы для промышленности и небольших предприятий.

Ультразвуковая обработка поверхности металла состоит из нескольких процессов. Основным из них является внедрение

абразивного материала и воздействие его на заготовку. Второй процесс – постоянная циркуляция и замена абразива для качественной обработки изделия. Чтобы технология была максимально эффективной, необходимо тщательное выполнение обоих процессов, так как нарушение любого из них приведет к снижению производительности.

Несмотря на то, что процесс ультразвуковой обработки металла распространился еще в 60-е годы прошлого века, она по сей день считается новым методом качественной обработки заготовок. Такой метод позволяет существенно упростить весь технологический процесс производства любых изделий – из твердого или хрупкого материала. Технология позволяет работать с деталями и заготовками любых размеров и конфигураций.

Однако ультразвуковая технология обработки металла имеет и один недостаток – при таком воздействии снижается производительность показателей при росте толщины слоя, который снимается с заготовки.

Ультразвуковой метод обработки относится к электрофизическому воздействию на материал, частота воздействий соответствует диапазону 16—105кГц, что является неслышимым для человеческого уха. Ультразвуковая волна, при распространении в материальной среде, переносит энергию, которая используется в технологических процессах либо преобразовывается в тепловую, химическую, механическую энергию.

Энергия ультразвуковых волн во много раз больше, чем энергия переносимая слышимыми звуками. При этом ультразвуковые колебания сопровождаются рядом эффектов, которые используются в качестве базовых для разработки различных процессов.

Энергия ультразвуковых волн применяется как для механической обработки материалов, так и для удаления поверхностных пленок и т.д.

На рис. 1 показана схема ультразвуковой установки для механической обработки заготовок с помощью инструмента, колеблющегося с ультразвуковой частотой.

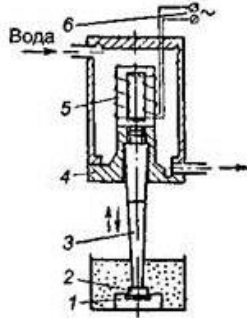


Рисунок 1 - Схема ультразвуковой установки для механической обработки заготовок: 1-заготовка; 2-инструмент; 3-акустический концентратор; 4-вибрирующая головка; 5-магнитострикционный преобразователь (вибратор); 6-генератор ультразвуковых частот.

Обрабатываемая поверхность покрывается жидкостью с находящимся во взвешенном состоянии абразивом. Во взвесь вводится инструмент, колеблющийся с ультразвуковой частотой (16—30 кГц) и небольшой (0,1—0,06 мм) амплитудой. Осуществляется обработка в результате ударов инструмента по частицам абразива, оседающим на обрабатываемой поверхности. Посредством соударениям и происходит обработка резанием: абразив «выкалывает» мельчайшие частицы материала заготовки, а инструмент постепенно внедряется вглубь. В этом случае профиль инструмента идентичен профилю отверстия. Сообщая высокочастотные ультразвуковые колебания и изменяя их интенсивность, спектральный состав, можно менять механические свойства материала, воздействуя на структуру материала.

Стабильные эмульсии достигаются за счет энергии ультразвуковых волн, которые не расслаиваются с течением времени. Ультразвук применяется для получения однородных горючих смесей, сушки различных материалов, очистки потоков воздуха и сточных вод от загрязняющих примесей, очистки металлических изделий от накипи и загрязняющих веществ, дегазации жидкостей.

Известен метод холодной ультразвуковой сварки, который позволяет соединять детали при температурах значительно ниже температуры плавления. Ультразвуковая сварка не изменяет свойств и структуры материалов. Успешно используется при сварке алюминиевых деталей и стали, является одним из основных способов соединения пластмассовых изделий.

С помощью ультразвука работают многочисленные контрольно-измерительные приборы. В исследованиях ультразвук используется для выявления внутренних дефектов в металлах, определения концентрации различных веществ, постоянного контроля изменения их плотности и температуры.

В последние годы в медицине активно используется ультразвук. Медицинские ультразвуковые диагностические приборы, реализующие известный принцип локализации ультразвука, позволяют "заглянуть" внутрь организма человека. При этом во многих случаях информативность исследования значительно выше, чем при использовании рентгеновских лучей, и к тому же ультразвуковое обследование абсолютно безопасно.

Таким образом, благодаря применению ультразвука открываются новые способы обработки материалов, увеличивается интенсивность и повышается эффективность протекания различных процессов, открываются новые методы диагностики и лечения в медицине и др.

Список литературы:

1. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.
2. Ультразвуковая сварка термопластичных материалов: монография / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, А.Д. Абрамов, С.С. Хмелев; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2014. – 281 с.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Архипова Н.А., доцент,
Тищенко М.В.,
Найда А.С.

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Целью статьи является раскрытие особенностей и преимуществ новых технологий электрохимической обработки. Рассматриваются новые виды электрохимической обработки металлов, раскрывается вопрос эффективности и целесообразности применения новых технологий. В данной статье представлены основные преимущества данного вида обработки, необходимость перехода всех существующих машиностроительных предприятий к использованию и совершенствованию технологий электрохимической обработки.

Ключевые слова: обработка, технологии, электролиз, электролит, точность, износ, концентрация.

Одним из перспективных видов обработки является электролиз. Это реакция, при которой ионы, полученные от растворенного вещества, перемещаются к катоду и аноду в зависимости от заряда. Продукты произошедшей в результате этого реакции либо оседают на электродах, либо превращаются в раствор.

При помощи электролиза изготавливают рельефные слепки различных изделий из металла, а также декоративные покрытия для различных деталей, получают металлы из воды и руд. Новая технология обработки металла используется на производствах хлора.

Благодаря технологии с использованием электролиза можно без больших затрат времени организовывать производство деталей любой формы и сложности, изготавливать пазы в деталях и разрезать уже имеющиеся заготовки. Существуют различные станки, которые применяют данный метод обработки. Главным преимуществом этого оборудования является возможность обработки любого металла, а также не изнашиваемость катода в процессе работы.

Технология электрохимической обработки широко используются при обработке токопроводящих сталей и сплавов. Сущность этой технологии заключается в том, что в процессе электролиза обрабатываемая поверхность выполняет роль анода и частицы

поверхности материала под действием электрического тока растворяются и переходят в раствор электролита.

Если в процессе обработки легированной стали в качестве электролита используется водный раствор нитрата натрия (NaNO_3) то легирующие добавки переходят в раствор в виде ионов, а ионы Fe, Ni, Ti превращаются в нерастворимые гидроксиды и осаждаются в виде шлама.

Проблемный аспект этой технологии – ионы шестивалентного хрома, которые не образуют нерастворимых соединений, и вследствие этого накапливаются в растворе электролита. Исходя из этого, необходимы дополнительные меры, направленные на снижение концентрации соединений хрома (VI). Превышение предельно допустимых санитарными нормами концентраций хроматов оказывает пагубное воздействие на здоровье человека. Все соединения шестивалентного хрома очень токсичны и обладают канцерогенными эффектами, поэтому необходимо тщательно контролировать их содержание в рабочей зоне, а загрязненный шлам своевременно отправлять на утилизацию.

В станках проблема хроматов решается следующим образом: автоматические контрольные системы поддерживают в растворе электролита концентрацию ионов хрома (VI) в пределах заданной концентрации, чтобы воздействие их на оператора находилось в пределах ПДК. Таким же образом регулируется содержание хроматов в шламе, который направляется на обезвреживание отходов.

К комбинированным методам обработки относятся электроэрозионно-химический и электрохимический - ультразвуковой.

Электроэрозионно-химический метод обработки основан на одновременном протекании процессов анодного растворения и эрозионного разрушения металла и удалении продуктов реакции из рабочей зоны потоком электролита. При прошивочных операциях скорость подачи катода достигает 50-60 мм/мин для стали, 20- 30 мм/мин для жаропрочных сплавов и 10 мм/мин для твердых сплавов. При этом износ катода-инструмента не превышает 2,5%; точность обработки 0,1-0,4 мм (по экспериментальным данным).

Этот метод может быть использован также для круглого, плоского и профильного шлифования, разрезания заготовок из труднообрабатываемых материалов. При разрезании заготовок из нержавеющей стали производительность составляет 550-800 мм/мин; износ инструмента при этом достигает 4-5%; точность обработки 0,1-0,3

мм. Станки для этого метода обработки в настоящее время не выпускаются.

Электрохимический способ обработки основан на разрушении металла путем одновременного анодного растворения его и воздействия ультразвуковых колебаний. Этот способ применяется для обработки твердосплавных вытяжных штампов.

Электрохимическая обработка имеет ряд преимуществ при сравнении с другими видами обработки:

- Изделие сложной формы производится в течение одной операции с требуемой точностью и достаточно высоким качеством обработанных поверхностей.
- Отсутствует износ инструмента.
- В результате отсутствия заусенцев и острых кромок на деталях слесарная обработка не требуется.
- Конструкция деталей и физические характеристики изделий не оказывают влияния на качество обработки.
- Деталь, используемая в качестве электрода, может быть изготовлена из достаточно дешевых и легких в обработке материалов типа латуни или различных марок коррозионностойкой стали.

В сравнении с традиционными технологиями электрохимической обработки, новое оборудование имеет множество ценных преимуществ:

- Повышение точности обработки до показателей повторяемости (2 микрона), разрешающей способности при копировании (0,5-3 микрона).
- Увеличение качества обработки поверхности до показателей Ra 0,01; повышение качества углеродистых сталей на микроскопическом уровне.
- Возможность прогнозировать и управлять всем процессом электрохимической обработки.
- Простота конструкции оборудования при сохранении требуемых технологических параметров.
- Высокоэффективная защита от коротких замыканий.

Новейшие технологии электрохимической обработки имеют технологические преимущества, в сравнении с традиционными методами изготовления штамповой оснастки, готовых штампов, матриц, пуансонов, такими как:

- Наиболее распространенный теплофизический метод формообразования – электроэрозионная (электроискровая) обработка на эрозионных станках, электроискровых станках и электроэрозионных копировально-прошивочных станках.

- Метод лазерной обработки и лазерной резки.
- Использование фрезерно-гравировальных станков.
- Использование многокоординатных скоростных обрабатывающих центров с ЧПУ.

Анодное подключение изделия выполняют при таких операциях:

- Травление. Очистка перед покраской, сборкой, оклеиванием, сваркой.
- Прошивка отверстий, резка листового материала с высокой точностью;
- Обработка по размеру, копирование согласно образцу на электроде.

Комбинируя анодный (растворение) и катодный (напыление) методы обработки, получают высокотехнологические изделия для различных отраслей.

Электроэрозионное оборудование имеет скорость процесса снятия слоя материала ниже, чем у механического оборудования. Достоинство метода заключается в том, что конечный результат по сложности, выдержке формы, сравним с работой 5 фрезерных станков с ЧПУ.

Величина производительности определяется, как объем снятого материала (мм^3) за единицу времени (мин) при подведенном токе в 1 А. Все составы электролитов имеют свои показатели. Хлористый натрий, например, имеет значение $2,2 \text{ мм}^3/\text{мин}$, азотнокислый натрий – $1,1 \text{ мм}^3/\text{мин}$. Использование комбинированных составов из нескольких реагентов уменьшает время растворения анода, повышает технологичность обработки.

Одним из сдерживающих факторов более широкого применения ЭХО является не изученность особенностей анодной обработки новых многокомпонентных по составу материалов и небольшое количество исследований, посвященных влиянию химического состава обрабатываемого материала на процесс обработки. Большой интерес вызывает проблема увеличения точности ЭХРО, которая зависит от многих технологических и физико-химических параметров, которые изменяются в процессе работы. Большинство из них (свойства раствора электролита, локальные значения плотности тока и выхода по току и др.) не поддаются контролю и управлению.

Следовательно, задача повышения точности обработки связана со стабилизацией основных технологических параметров процесса, моделированием процесса формообразования и проектированием надежных систем, обеспечивающих компенсацию изменений свойств

электролитов и других параметров в ходе процесса электролиза. Невозможно также считать полностью закрытой проблему качества обработанной поверхности. Известно, что с повышением плотности тока шероховатость получаемой поверхности уменьшается. Это объясняется тем, что при увеличении плотности тока скорости «растворения различных структурных составляющих становятся примерно равными. Общий анализ зависимости шероховатости от локальных условий обработки показал, что качество поверхности уменьшается с уменьшением величины межэлектродного зазора (МЭЗ), повышением скорости подачи электрода-инструмента (ЭИ), уменьшением рабочего напряжения и электропроводности электролита. Разрабатываемые технологические предложения должны быть экологически более рациональными, требовать меньшего количества технологических операций, применять менее агрессивные и более простые химические реагенты и быть экономически более целесообразными. Наиболее распространённые реагентные методы снижения токсичности электролитов имеют различные недостатки, связанные с необходимостью изменения pH среды, токсичностью реагента, поэтому на сегодняшний день проблема удаления хромат-ионов, не ухудшая при этом выходные технологические показатели процесса (производительность, точность, качество).

Пока еще нет обоснованных рекомендаций по подбору электролитов, позволяющих уменьшать массу выделяющегося при ЭХРО шлама. Поэтому изыскание режимов ЭХО, • обеспечивающих снижения шламообразования, является актуальной задачей, а решение вопроса утилизации шлама путем извлечения чистых, дорогостоящих металлов позволило бы решить не только экологическую, но и ресурсную задачи.

В связи с появлением высокотехнологичных отраслей промышленности (точного приборостроения, медицины и медицинской техники, авиадвигателестроения и др.) новых групп высокопрочных и твердых материалов(в том числе наноструктурированных), усложнением формы деталей и ужесточением требований к качеству поверхностного слоя, возникла потребность в новых технологиях электрофизической и электрохимической обработки.

Реакцией на этот запрос технического прогресса явилось появление в 1998—2011 годах целого комплекса новых способов импульсной электрохимической обработки вибрирующим ЭИ и оригинальной микросекундной биполярной электрохимической обработки (ЕТ-технологии). Особенность последней состоит в том, что она

осуществляется на сверхмалых (3...10 мкм) межэлектродных зазорах (МЭЗ) с использованием групп микросекундных биполярных импульсов тока высокой плотности (порядка $10^2...10^4$ А/см²), специальным образом синхронизированных с осциллирующими электрод-инструментами.

При их реализации становится достижимым обеспечение малых погрешностей (0,001..0,005 мм) обработки, создание на поверхностях деталей регулярных макро- и микрорельефов с в микронном и субмикронном диапазоне, и получение оптически гладких поверхностей (Ra 0,1..0,01 мкм). И все это при существенно более высокой (в сравнении с конкурирующим технологиями) производительностью на финишных операциях.

Новые способы микросекундной электрохимической обработки защищены десятками патентов и составляют основу оригинальной электрохимической технологии и оборудования (станки серии «ЕТ»), разработанных и созданных авторским коллективом Уфимских инженеров и ученых и серийно выпускаемых ООО «ЕСМ».

Список литературы:

1. Бiryюков, Б.Н. Электрофизические и электрохимические методы размерной обработки. / Б.Н. Бiryюков - М.: Машиностроение, 1981.
2. Современные проблемы электрохимии. - М.: Мир, 2000. - 452 с.
3. Тютюнник, А.В. Информационные технологии в банке / А.В. Тютюнник, А.С. Шевелев. - М.: БДЦ-пресс, 2003. - 368 с.
4. Харитонов, С.А. Информационные технологии налогового учета / С.А. Харитонов. - М.: 1С Пабблишинг, 2003. - 182 с.
5. Учеб. пособие / Т.Р. Абляз, А.М. Ханов, О.Г. Хурматуллин. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 121 с.

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА «КАК АЗБУКА КОНСТРУИРОВАНИЯ»

**Боровская О.Ю., ст. преподаватель,
Саенко А.А., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Актуальность выбранной нами темы обусловлена необходимостью знания инженерной графики. Инженерная графика представлена двумя компонентами: областью графического документирования и областью геометрического моделирования. В данной статье рассмотрены возможности современных графических пакетов, а также их применение в науке и промышленности.

Ключевые слова: инженерная графика, чертеж, графический пакет, трехмерное проектирование, конструирование, 3D модели, машиностроение, сквозное проектирование.

Создание новых инновационных технологий, а также оборудования в машиностроении невозможно без проекционных изображений. Инженерная графика непосредственно выступает фундаментом, на котором основываются все технические проекты, как науки, так и техники, она дает возможность инженеру выполнять конструкторскую работу, изучать техническую литературу, насыщенную чертежами.

Именно инженерная графика подготавливает к конструированию графических моделей и реально существующих трехмерных пространственных форм, которые окружают в повседневной практической деятельности человека, она включает в себя элементы начертательной геометрии, среди которых - теоретические основы построения чертежей геометрических фигур; а также элементы технического черчения, среди которых - составление чертежей изделий; и машинной графики. В процессе создания инновационных технологий, и оборудования необходимо знание «азбуки конструирования» и, в первую очередь, инженерной графики. Полученные в результате изучения инженерной графики умения, знания и навыки, будут необходимы инженеру для изложения с помощью чертежа его технической мысли, а также для понимания по чертежу конструкции и принципа действия изображенного изделия.

На современном этапе развития технологий следует разделять инженерную графику на две составляющие, такие как область геометрического моделирования, область графического

документирования. Область геометрического моделирования основывается на алгебраической, аналитической, дифференциальной, начертательной геометрии, она является началом пути по созданию модели детали. Без четкого понимания способов образования простых тел (конус, куб, цилиндр) и иных сложных поверхностей (параболоид и гиперболоид) не представляется возможным создание 3D модели детали (как простой, так и состоящей из большого количества сложных форм (такой, как, корпусной детали).

Современная конструкторская деятельность в процессе развития компьютерных технологий значительно изменилась. Вся соответствующая документация теперь стала выполняться на компьютере с помощью специальных графических систем, среди которых AutoCad, SolidWorks, Компас 3D, Inventor, Catia, Paint3D, Microsoft Visio, Lego Digital Designer, использование которых позволяет не только проектировать, а также редактировать чертежи, но и делает возможным создание трехмерных (3D) моделей деталей и сборочных единиц, а также сложнейших готовых изделий, таких как, самолеты. В основу концепции современных систем автоматизированного проектирования ложится создание 3D модели детали, и далее возможность, с помощью средств графического пакета, автоматического получения чертежа, а также дальнейшее составление в электронном виде конструкторской документации. В настоящее время существует большое количество приложений для графических пакетов, которые дают возможность производить всевозможные инженерные расчеты на проектируемые детали, сборочные единицы.

3D моделирование представляет собой процесс создания виртуальных объемных моделей различных объектов, который максимально точно позволяет представить форму и размер, а также текстуру объекта, оценить эргономику и внешний вид изделия. Оно является отличным инструментом для строительных организаций, ювелирных мастерских, студий дизайна интерьера, промышленных предприятий, которые готовят к производству новые изделия.

В настоящее время, трехмерная графика активно применяется для создания: различных изображений на плоскости экрана; листа печатной продукции в промышленности и в науке, например, в системах архитектурной визуализации, автоматизации проектных работ, в современных системах медицинской визуализации.

Преимуществами для решения задач промышленного предприятия использования 3D моделирования являются: довольно быстрая

разработка новых изделий; сокращение затрат на изготовление тех или иных изделий; простота использования готовых изделий.

Так, в настоящее время, 3D-инструменты имеют весьма широкое применение в машиностроении, они используются на стадиях, как создания, так и реализации изделия: при конструировании, дизайне, производстве, а также маркетинге.

Наблюдается переход к сквозному проектированию, а именно: когда деталь создается конструкторами и обрабатывается технологами, далее она передается в производство и в итоге выпускается готовый продукт.

Сквозное проектирование подразумевает то, что на всех этапах изделия представлены в цифровом виде.

При трехмерном проектировании кроме изображения графически передаются также параметры, материалы, точность посадки, крепление или сварка. Все детали имеют физические свойства, и это еще на стадии конструирования позволяет создавать, а также анализировать технические характеристики изделия.

Так, если в конструкции были допущены ошибки, неточности, то 3D-модель это отразит. Таким образом, любые испытания: динамические, статические, или же crash-системы могут быть пройдены виртуально, что в свою очередь, позволяет экономить предприятию время и деньги.

На сегодняшний момент большое количество российских компаний начинает внедрять компоновку изделия в трехмерном моделировании, позволяя тем самым в дальнейшем устранить огромное количество ошибок, которые могут возникнуть у конструкторов.

Все, что создавалось на компьютере, в отличие от бумажных чертежей, весьма легко сохранить и далее использовать в будущем. Огромная электронная база чертежей дает возможность инженерам во много раз быстрее, используя существующие разработки, создавать новые продукты. Таким образом, в настоящее время трехмерное проектирование выступает основой инженерной деятельности, и чертеж перестает быть необходимым компонентом той или иной документации.

Развитие новых технологий все время предъявляют к современному инженеру-конструктору более жесткие требования. Остались уже давно в прошлом те времена, когда все конструкторские чертежи, расчеты и документы выполнялись вручную, и когда основными инструментами проектировщика выступали карандаш и кульман. За последние два десятилетия информационные технологии в корне изменили принципы конструирования, они позволили ускорить

процесс разработки изделия, повысить в десятки раз его точность и надежность.

Таким образом, знание «азбуки конструирования» является необходимым всем, равно как и умение, правильно писать и говорить. Ее основам обучают в фундаментальной науке «Инженерная графика», которая непосредственно является одной из основных составляющих инженерно-технического образования. Вне зависимости от способа выполнения чертежа (ручного механизированного или же автоматизированного) знание инженерной графики выступает фундаментом, на котором и основывается инженерное образование, и творчество, система создания технической документации.

Список литературы:

1. Александрова Е.П., Горошева Т.В., Лалетин В.А., Столбова И.Д. Компьютерная технология обучения инженерной графике и основам проектирования // Труды конференции «Информационные технологии в науке, образовании, телекоммуникации, бизнесе». - Ялта-Гурзуф, 2001. С. 240 - 243.
2. Горшков Г.Ф. Графические основы геометрического моделирования: учеб. пособие. М.: МИРЭА, 2009. 154 с.
3. Евгеньев Г.Б. Системология инженерных знаний: учеб. пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 376 с.
4. Левицкий В.С. Машиностроительное черчение: учебник для студентов вузов. - М.: Высшая школа, 1988. 352 с.
5. Маслов К. Ю., Похорукова М. Ю. 3D моделирование в промышленной сфере // Молодой ученый. - 2016. - №11.3. - С. 19-22. - URL <https://moluch.ru/archive/115/31349/> (дата обращения: 25.03.2019).
6. Покровская М.В. Инженерная графика: панорамный взгляд (научно-педагогическое исследование. - М.: Изд-во «Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов», 1999. 137 с.
7. Половинкин А.И., Бобков Н.К., Буш Г.Я. и другие. Автоматизация поискового конструирования (искусственный интеллект в машинном проектировании). М.: Радио и связь, 1981. 344 с.
8. Ярошевич О.В., Амельченко Н.А., Кулащик Н.Ф. Проблемы информатизации графической подготовки // Формирование творческой личности инженера в процессе графической подготовки: материалы респ. науч.-метод. конф., Витебск, 5 декабря 2008 г. - Витебск: УО «ВГТУ», 2008. С. 15-17.

ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕЩЕННОГО МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАКАТЫВАНИЯ В АКТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ

Довгалева А. М., канд. техн. наук, доцент
Белорусско-Российский университет

Аннотация. Разработка инновационных методов отделочно-упрочняющей обработки поверхностей деталей машин является актуальной задачей. В работе представлена технология отделочно-упрочняющей обработки, при которой на поверхность ферромагнитной детали одновременно воздействуют концентрированным потоком энергии вращающегося магнитного поля и колеблющимися деформирующими шарами, осуществляющими многократное импульсно-ударное деформирование. При этом упрочняющую обработку производят в активной технологической среде, в качестве которой используют смесь, состоящую из ультра- или мелкодисперсных порошков мягких металлов или их соединений и веществ, восстанавливающих металлы и активизирующих процесс растворения химически стойких окислов.

Проведенные в работе исследования микроструктуры упрочненных стальных образцов, шероховатости поверхности, результаты рентгеноструктурного анализа, триботехнические испытания позволили выявить преимущества разработанной технологии поверхностной модификации ферромагнитных деталей.

Ключевые слова: накатывание; активная технологическая среда; комбинированный инструмент; импульсно-ударное деформирование; износостойкость.

Разработка инновационных методов и технологий отделочно-упрочняющей обработки поверхностей деталей, обеспечивающих существенное повышение их износостойкости, является важной технологической задачей.

Высокий научный и практический интерес вызывает разработанная технология упрочняющей обработки поверхностей ферромагнитных деталей совмещенным магнитно-динамическим накатыванием (МДН) в активной технологической среде.

В соответствии с технологией упрочняющую обработку осуществляют в активной технологической среде и воздействуют на упрочняемую поверхность ферромагнитной детали (далее детали) деформирующими шарами, получающими энергию для многократного

импульсно-ударного деформирования от периодически действующего магнитного поля инструмента. Одновременно на деталь воздействуют вращающимся магнитным полем с индукцией 0,05–1,20 Тл, силовые линии которого располагают вдоль обрабатываемой поверхности. В качестве активной технологической среды используют смесь, состоящую из ультра- или мелкодисперсных порошков мягких металлов, или их соединений и веществ, восстанавливающих металлы и активизирующих процесс растворения химически стойких окислов.

Для реализации технологии применительно к упрочнению внутренних и наружных поверхностей вращения, а также плоских поверхностей ферромагнитных заготовок на станках токарной и сверлильно-фрезерно-расточной групп, спроектированы прогрессивные конструкции комбинированных инструментов с магнитной системой на основе постоянных магнитов из редкоземельных материалов.

Разработана динамическая модель процесса совмещенного МДН в активной технологической среде, учитывающая динамические параметры технологической системы, в том числе жесткость связи деформирующих шаров с магнитной системой инструмента, позволяющая определять требуемые характеристики источников магнитного поля комбинированного инструмента.

Выполнены экспериментальные исследования характеристик магнитной системы комбинированного инструмента и определена величина индукции магнитного поля в кольцевой камере в зоне расположения деформирующих шаров.

Разработаны и испытаны разновидности активных технологических сред для осуществления технологии комбинированной модификации.

Проведенные исследования микроструктуры упрочненных стальных образцов показали, что технология совмещенного МДН в активной технологической среде относится к нанотехнологиям поверхностной модификации и позволяет получить модифицированный поверхностный слой глубиной 13–14 мкм, состоящий из упрочненного твердосмазочного покрытия толщиной 1,7–3,6 мкм, и расположенных ниже в основном материале образца наноструктурированного слоя высотой 3,0–4,5 мкм (с размером субзерен до 100 нм) и упрочненного слоя высотой 4,9–8,5 мкм (с размером субзерен более 100 нм). Состав получаемого на поверхности ферромагнитных деталей твердосмазочного покрытия зависит от компонентов применяемой активной технологической среды.

Представлены исследования влияния количества рабочих ходов инструмента на толщину формируемого твердосмазочного покрытия. Анализ результатов исследования показал, что наибольшая толщина твердосмазочного покрытия формируется на поверхности стальных заготовок при осуществлении первых трех рабочих ходов инструмента.

Результаты рентгеноспектрального микроанализа упрочненных стальных образцов позволили выявить в упрочненном наноструктурированном поверхностном слое основного материала увеличение содержания углерода, а в твердосмазочном покрытии – наличие меди.

Предложена физическая модель формирования в поверхностном слое ферромагнитной заготовки совмещенным МДН в активной технологической среде мелкодисперсной субзерненной структуры.

Получены зависимости шероховатости поверхности заготовок, упрочненных совмещенным МДН в активной технологической среде от режимов процесса комбинированной модификации.

Исследовано влияние режимов процесса совмещенного МДН в активной технологической среде на характеристики микрорельефа упрочняемой поверхности заготовок.

Определены рациональные режимы совмещенной упрочняющей обработки для достижения минимальной шероховатости поверхности заготовок из стали 45 (30–35 HRC).

Установлено, что совмещенное МДН в активной технологической среде позволяет обеспечить снижение шероховатости поверхности стальных заготовок (по параметру Ra) с 1,60–0,16 до 0,20–0,08 мкм.

Выявлено, что предложенная технология упрочнения обеспечивает повышение маслостойкости поверхности стальных заготовок.

Триботехнические испытания показали, что разработанная технология совмещенного МДН в активной технологической среде позволяет:

- снизить коэффициент трения скольжения поверхности образцов в 1,3-1,5 раза;
- повысить износостойкость поверхностей стальных заготовок в 4,9 раза.

ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕЩЕННОГО МАГНИТНО-ДИНАМИЧЕСКОГО НАКАТЫВАНИЯ ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Довгалева А.М., канд. техн. наук, доцент,
Сухоцкий С.А., канд. техн. наук,
Свирица Д.М., канд. техн. наук
Белорусско-Российский университет

Аннотация. В статье приведены сведения об инновационной технологии упрочнения плоских поверхностей ферромагнитных деталей совмещенной обработкой концентрированным потоком энергии вращающегося магнитного поля и динамическим поверхностным пластическим деформированием. Описана конструкция комбинированного накатника для реализации технологии совмещенного упрочнения, содержащая магнитные системы на основе цилиндрических постоянных магнитов.

Ключевые слова: деформирование; комбинированный накатник; магнитная система; модифицированный слой; ферромагнитная деталь.

В большинстве случаев выход из строя механизмов технических систем вызван износом рабочих поверхностей их ответственных деталей. В связи с этим повышение износостойкости поверхностей деталей машин является важнейшей народнохозяйственной задачей, решение которой принесет огромный экономический эффект.

Одним из технологических направлений повышения износостойкости поверхностей деталей является разработка и применение инновационных технологий упрочняющей обработки, в том числе технологий поверхностного пластического деформирования [1].

В Белорусско-Российском университете разработана технология совмещенного магнитно-динамического накатывания (МДН), согласно которой на поверхность ферромагнитной детали одновременно воздействуют вращающимся постоянным (или переменным) магнитным полем и многократным импульсно-ударным деформированием [2,3]. Совмещение во времени процессов силового и магнитного воздействий позволяет сформировать на детали наноструктурированный поверхностный слой с новыми физико-механическими свойствами и обеспечить существенное повышение ее эксплуатационных свойств [4].

Для адаптации технологии совмещенного МДН к обработке плоских поверхностей ферромагнитных деталей, например ножей дробильных машин, разработан комбинированный накатник, имеющий

деформирующие и приводные шары, снабженный двумя независимыми магнитными системами на основе постоянных магнитов (рисунок 1).

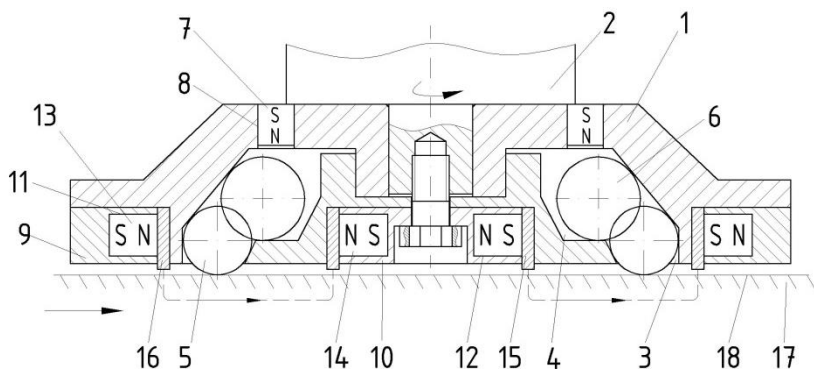


Рисунок 1 – Комбинированный накатник для совмещенного МДН плоских поверхностей

Комбинированный накатник для совмещенного МДН плоских поверхностей содержит: корпус 1; оправку 2; кольцевые камеры 3, 4; деформирующие шары 5; приводные шары 6; магнитные системы, предназначенные соответственно для разгона приводных шаров 6 и магнитного воздействия на поверхностный слой ферромагнитной детали. Первая магнитная система, выходящая в кольцевую камеру 4, включает цилиндрические постоянные магниты 7, установленные равномерно в аксиальных отверстиях 8 корпуса 1.

Вторая магнитная система (предназначенная для магнитного воздействия на поверхность ферромагнитной детали) содержит: обоймы 9, 10 с радиальными отверстиями 11, 12; цилиндрические постоянные магниты 13, 14; магнитопроводные втулки 15, 16. Деформирующие шары 5 и приводные шары 6 свободно установлены в кольцевых камерах 3, 4 с возможностью вращения вокруг вертикальной оси инструмента. Цилиндрические постоянные магниты 13, 14 размещены в радиальных отверстиях 11, 12. Корпус 1 и обоймы 9, 10 изготовлены из немагнитопроводных материалов.

Деталь 17 закрепляют на столе фрезерного станка, параллельно расположив плоскую поверхность 18. Оправку 2 инструмента устанавливают в шпинделе станка. Торцовые поверхности магнитопроводных втулок 15, 16 располагают с необходимым зазором к

плоской упрочняемой поверхности 18 ферромагнитной детали 17. Магнитный поток от цилиндрических постоянных магнитов 13, 14 замыкается на поверхностный слой ферромагнитной детали 17.

Шпинделю сообщают вращение, а столу станка – движение продольной подачи. Приводные шары 6 под действием магнитного поля от цилиндрических постоянных магнитов 7 вращаются вокруг вертикальной оси инструмента и наносят динамические удары по деформирующим шарам 5, имеющим небольшую окружную скорость вращения. В результате деформирующие шары 5 передают импульс взаимодействия с приводными шарами 6 плоской поверхности 18 ферромагнитной детали 17, обеспечивая динамическое упрочнение поверхностного слоя и формируя на ней микрорельеф в виде сетки пересекающихся микролунок. При этом процессы динамического поверхностного деформирования и магнитного воздействия на поверхностный слой ферромагнитной детали 17 совмещены во времени, что обеспечивает положительное влияние процессов друг на друга и формирование антифрикционного модифицированного слоя, имеющего высокие эксплуатационные характеристики.

Однако при упрочнении по разработанной технологии совмещенной обработки плоских поверхностей ножей с целью исключения образования заусенца на режущей кромке в ряде случаев требуется создавать препятствие течению деформируемого металла под действием деформирующих шаров (например, введением в контакт с упомянутой кромкой специального упора станочного приспособления). Указанная особенность затрудняет использование технологии совмещенного МДН плоских поверхностей ножей в условиях единичного и мелкосерийного типов производства, не предусматривающих применение специальной технологической оснастки.

В связи с этим, разработан усовершенствованный метод совмещенного МДН плоских поверхностей ножей для единичного и мелкосерийного производств, согласно которому ось вращения комбинированного накатника наклоняют на $2-5^\circ$ относительно нормали к плоской обрабатываемой поверхности по направлению подачи детали. При этом направление вращения комбинированного накатника выбирают из условия исключения ударного взаимодействия деформирующих шаров с режущей кромкой упрочняемого ножа (рисунки 2).

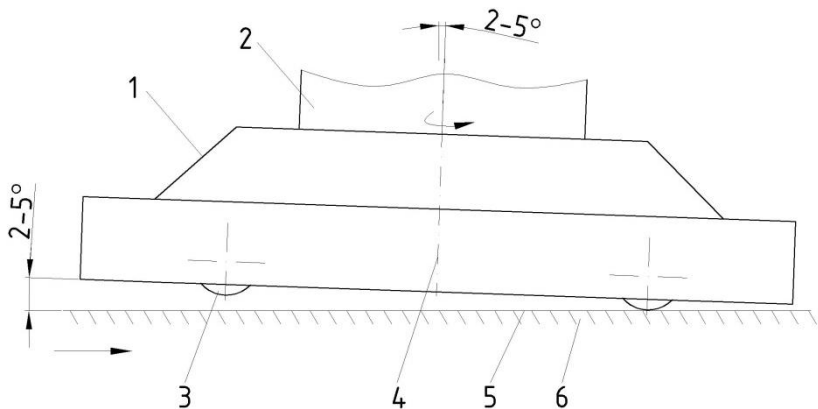


Рисунок 2 – Схема расположения комбинированного накатника при совмещенном МДН поверхности ножа в мелкосерийном производстве: 1 – корпус; 2 – оправка; 3 – деформирующие шары; 4 – ось вращения комбинированного накатника; 5 – упрочняемая плоская поверхность ножа; 6 – ферромагнитный нож.

Разработанная технология совмещенного МДН плоских поверхностей обеспечивает существенное увеличение ресурса работы упрочненных ферромагнитных деталей.

Список литературы:

1. Смелянский В. М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием / В. М. Смелянский. – М. : Машиностроение, 2002. – 300 с.
2. Способ поверхностного пластического деформирования и инструмент для его осуществления: пат. РФ 2068770 / А.М. Довгалев. – Опубл. 10.11.1996.
3. Способ поверхностного пластического деформирования и инструмент для его осуществления: пат. РФ 2089373 / А.М. Довгалев. – Опубл. 10.09.1997.
4. Довгалев А.М. Магнитно-динамическое и совмещенное накатывание поверхностей нежестких деталей: [монография] / А.М. Довгалев. – Могилев: Беларус.-Рос. ун-т, 2017. – 266 с. : ил.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОЧЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Дуюн Т.А., д-р техн. наук, профессор,
Баранов Д.С., аспирант,
Ерыгин Е.В., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассмотрена задача прогнозирования шероховатости при чистовом и получистовом точении с помощью нейросетевого моделирования. Описана архитектура, особенности и алгоритм обучения сетей. Созданы обучающие выборки. Созданы и настроены нейронные сети, определяющие шероховатость для чистового и получистового точения с точностью не ниже 10^{-2} и комбинированная сеть, обладающая функционалом первых двух, но имеющая меньшую относительную погрешность.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети (ИНС), шероховатость, чистовое и получистовое точение.

Разработка и использование искусственных нейронных сетей для повышения эффективности процессов механической обработки приобретает все большую популярность среди отечественных и зарубежных ученых [1-5]. Проведем краткий обзор имеющихся разработок в данной области.

Использование искусственных нейронных сетей (ИНС) обусловлено их способностью к обучению на основе создания связей между входными и выходными данными. Одним из главных достоинств является производительность сети, которая характеризуется временем обучения и отклонением выходного сигнала от эталонного. Основное влияние на производительность оказывает архитектура сети и метод обучения. При должной настройке такой подход дает возможность решать трудоемкие задачи без использования сложного математического аппарата.

Для прогнозирования шероховатости при чистовом и получистовом точении использованы известные эмпирические формулы степенного вида:

$$Ra = 0,85 \frac{t^{0,31} s^{0,58} \phi^{0,4} \phi_1^{0,4}}{v^{0,06} r^{0,65} HB^{0,05}}, \quad (1)$$

$$Ra = k_0 \frac{s^{k_1} (90^\circ + \gamma)^{k_2}}{r^{k_3} v^{k_4}}, \quad (2)$$

где v – скорость резания, м/мин, s – продольная подача, мм/об, t – глубина резания, мм, r – радиус при вершине резца, мм, φ , φ_1 и γ – величины главного, вспомогательного углов в плане и переднего угла, град, HB – твердость, k_0 - k_4 – показатели степени для определения шероховатости поверхности.

В решении задач интерполяции хорошо себя зарекомендовали ИНС с обратным распространением ошибки [6], архитектура такой сети представлена на рисунке 1. Сеть состоит из двух слоев (скрытого и выходного), с сигмоидальной и линейной функциями активации соответственно.

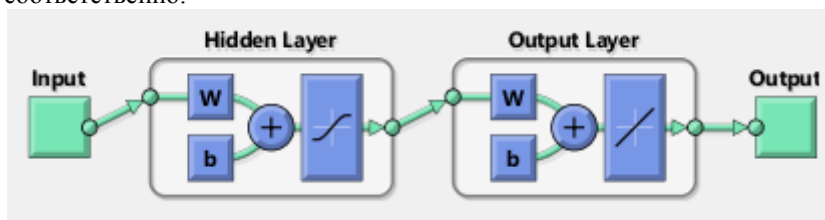


Рисунок 1 - Схема ИНС с обратным распространение ошибки

Подготовка обучающей выборки заключалась в создании массива входных и выходных данных (табл.1).

Таблица 1 - Диапазоны значений входных данных для чистового и получистового точения

Параметр	Чистовое точение	Получистовое точение
v , м/мин	50÷150	71÷282
s , мм/об	0,08÷0,18	0,05÷0,43
r , мм	0,5÷2	0,5÷2
t , мм	0,5÷1,5	-
φ , градусы	45÷75	-
φ_1 , градусы	25÷35	-
HB	140÷210	-
γ , градусы	-	-40÷4
Марки стали	Среднеуглеродистые стали	Ст3, 20, 45, 70

Так для чистового точения входными данными будут случайные значения в диапазонах для: скорости резания $v=50\div150$ м/мин, продольной подачи $s=0,08\div0,18$ мм/об, глубины резания $t=0,5\div1,5$ мм,

радиуса при вершине резца $r=0,5\div 2$ мм, главного $\phi=45\div 75^\circ$ и вспомогательного $\phi 1=45^\circ\div 75^\circ$ углов в плане, твердости $HB=140\div 210$. На выходе же должно получиться значение шероховатости Ra , мкм. Для полустochasticого точения на входе будут случайные значения в диапазонах для: скорости резания $v=71\div 282$ м/мин, продольной подачи $s=0,05\div 0,43$ мм/об, радиуса при вершине резца $r=0,5\div 2$ мм, переднего угла $\gamma=-40\div 4^\circ$, марок стали (Ст3, 20, 45, 70). На выходе так же будет значение шероховатости Ra , мкм.

Третья выборка – комбинация «чистовой и полустochasticой». Для ее создания добавим еще один вход – метод обработки, чистовому точению будет соответствовать значение, равное 1, полустochasticому, равное 2. В зависимости от величины этого значения входные и выходные данные будут заполняться согласно условиям (диапазнам), обозначенным выше или нулями, если они отсутствуют при той или иной обработке. Фрагмент комбинированной выборки представлен на рис. 2. В каждой выборке будет по 1000 строк.

Метод	v	s	r	t	ϕ	$\phi 1$	HB	марка	γ	Ra
2	256	0,39	1,4	0	0	0	154	70	-15	4,97478
1	86	0,12	0,5	1,1	61	25	162	0	0	4,47309
1	103	0,13	1	0,7	45	25	187	0	0	2,25728
1	86	0,15	1,5	0,9	73	29	208	0	0	2,63769
2	169	0,26	1,6	0	0	0	191	45	-16	0,499373
2	251	0,26	1,5	0	0	0	192	45	-13	0,44922
1	68	0,14	1,1	0,9	56	33	145	0	0	3,03211
2	134	0,28	1	0	0	0	186	70	-5	5,06378
2	189	0,13	1,1	0	0	0	178	3	2	0,98219

Рисунок 2 - Фрагмент комбинированной выборки

На рисунках 3-4 приведены схемы применяемых сетей.

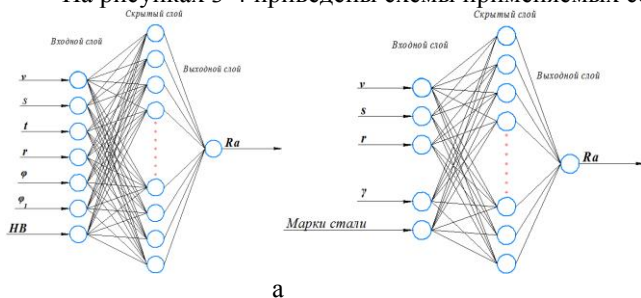


Рисунок 3 - Архитектура ИНС: а – чистовое точение, б – полустochasticое точение

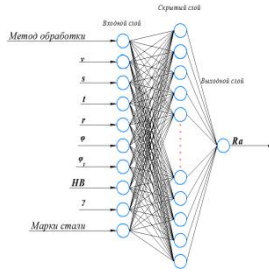


Рисунок 4 - Архитектура комбинированной сети

На рисунках 5-7 представлены результаты обучения сетей. На графике обучения сети показана зависимость величины погрешности от числа эпох (циклов обучения). Гистограмма ошибки отражает разброс погрешностей относительно нулевой линии (нулевая погрешность) и показывает число погрешностей конкретной величины.

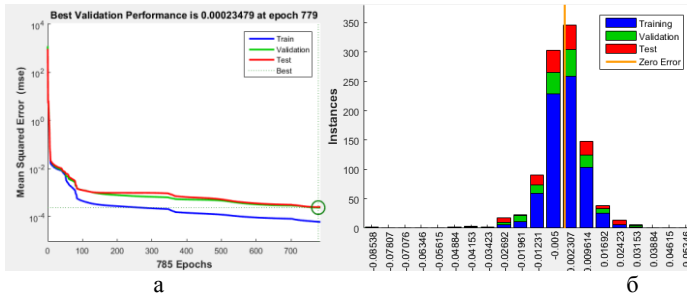


Рисунок 5 - Результаты работы ИНС для чистового точения:
 а – график обучения сети; б – гистограмма ошибки

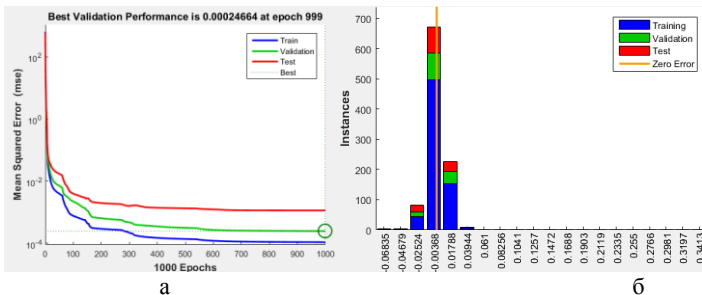


Рисунок 6 - Результаты работы ИНС для чистового точения:
 а – график обучения сети; б – гистограмма ошибки

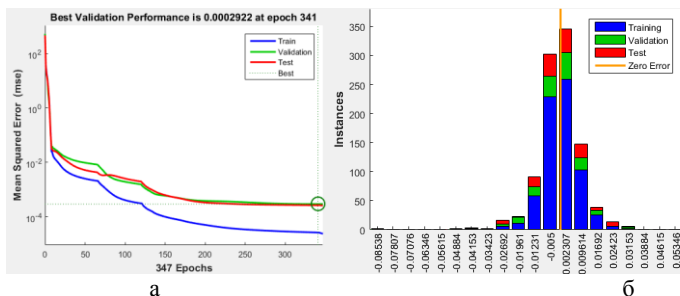


Рисунок 7 - Результаты работы ИНС для комбинированного точения: а – график обучения сети; б – гистограмма ошибки

ИНС принятой архитектуры показали хороший результат, наиболее высокую точность показала комбинированная сеть, относительная погрешность которой составила 0,62%. Сеть имеет десять нейронов входного слоя и сорок нейронов скрытого, обучена по алгоритму Левенберга-Марквардта, по функционалу не уступает предыдущим, а по удобству использования имеет явное преимущество.

Список литературы:

1. Дуюн Т.А., Гринек А.В. Математическое моделирование процессов механической обработки как средство управления технологическими параметрами на основе нейросетевых и нечетких моделей // Труды международной конференции «Современные направления и перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении», Севастополь – 2016, №3 (3). С. 28-33.
2. Хоанг В.Ч., Сальников В.С. Моделирование температуры резания в условиях неопределенности с применением искусственной нейронной сети // В сб. Известия ТулГУ. Технические науки. 2014. Вып. 11. Ч. 2. С. 386-395.
3. Selecting an artificial neural network for efficient modeling and accurate simulation of the milling process / Briceno J.F., El-Mounayri H., Mukhopadhyay S. // International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2002. Vol. 42, №6. P. 663-674.
4. Yang H., Ni J. Dynamic neural network modeling for nonlinear, nonstationary machine tool thermally induced error // International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2005. Vol. 45 № 4–5. P. 455–465.
5. Kim H.Y., Ahn J.H. Chip disposal state monitoring in drilling using neural network based spindle motor power sensing // International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2002. Vol. 42 № 10. P. 1113–1119.
6. Бураков М.В. Нейронные сети и нейроконтролеры: учеб. Пособие. СПб.: ГУАП, 2013. 284 с.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА АВТОГИДРОПОДЪЕМНИКОВ ПРИ РАСШИРЕНИИ ИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ

Луцко Т. В., канд. техн. наук, доцент
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Рассмотрены основные направления расширения технологических возможностей автогидроподъемников на строительном объекте. Обоснованы рекомендации по рациональному выбору автогидроподъемников с разными видами стрелового оборудования на основании оценки показателей эффективности их применения.

Ключевые слова: автогидроподъемник, высота подъема, зона обслуживания, масса, эффективность

Автогидроподъемники широко используются для обслуживания и ремонта линий электропередач, осветительных систем, при отделочных работах в строительстве, а также для выполнения специальных работ, например, для обслуживания и ремонта мостовых сооружений, а при дооборудовании – для пожаротушения.

Одним из основных показателей оценки эффективности применения автогидроподъемников – является, прежде всего, его зона обслуживания. Расширить технологические возможности подъемников представляется возможным за счет совершенствования компоновочной схемы их стрелового оборудования. При использовании одного телескопического колена подъемник имеет наименьшую зону обслуживания, при этом люлька перемещается по прямолинейной траектории [1]. Наличие большего количества колен (стрел), разных способов их установки, возможности их телескопирования, а также применение поворотных люлек не только увеличивают зону обслуживания подъемника, но при этом сохраняется транспортная длина машины и появляется возможность эксплуатации подъемника в стесненных условиях. В настоящее время основная тенденция развития подъемников – повышение высоты подъема. Например, коленчато-телескопический подъемник S112HLA финской компании Bronto Skylift может работать на высоте 112 м с грузом 700 кг [2].

Перед потребителем встает вопрос выбора наиболее эффективного варианта. В работе проанализируем показатели, влияющие на рациональный выбор подъемника с разными видами стрелового оборудования. Распространены автогидроподъемники следующих

типов: 1) коленчатые (шарнирно-сочлененные); 2) телескопические; 3) шарнирно-телескопические (коленчато-телескопические). Отдельную группу подъемников представляют автовышки вертикального подъема.

Каждый тип стрелового оборудования имеет свои преимущества и недостатки. Проанализируем технологические возможности автогидроподъемников высотой подъема 22...23,5 м вышеперечисленных трех типов с целью определения наиболее эффективного варианта. Для примера возьмем автогидроподъемники двух производителей: ООО «Зуевский энергомеханический завод» (г. Зугрэс) [3] и ОАО «Пожтехника» (г. Торжок) [4]. На рис. 1 представлены: коленчатый автогидроподъемник ПГ-22, коленчатый автогидроподъемник с дополнительной стрелой ПГ-22.11 [3], телескопический автогидроподъемник АПТ-22, шарнирно-телескопический (или телескопический с дополнительной стрелой) автогидроподъемник ПАРТ-23 [4]. Технические характеристики рассматриваемых подъемников приведены в табл. 1. На рис. 2 представлены зоны обслуживания автогидроподъемников ПГ-22, ПГ-22.11, АПТ-22, ПАРТ-23.

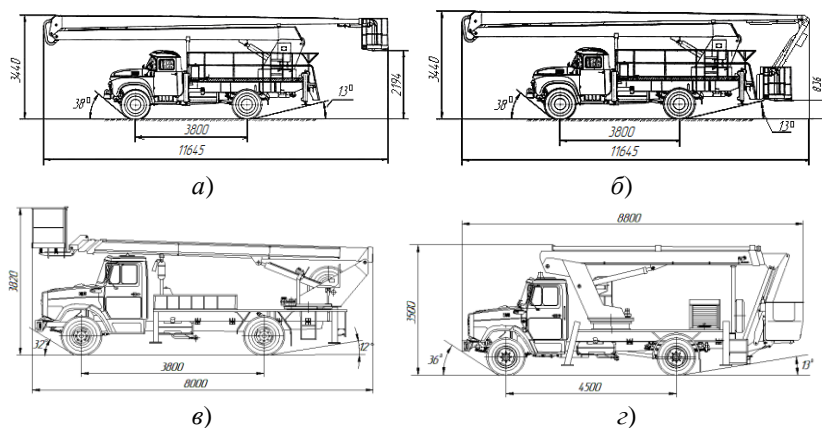


Рисунок 1 – Общие виды автогидроподъемников:

а – коленчатого ПГ-22; *б* – коленчатого с дополнительной стрелой ПГ-22.11; *в* – телескопического АПТ-22; *г* – шарнирно-телескопического ПАРТ-23

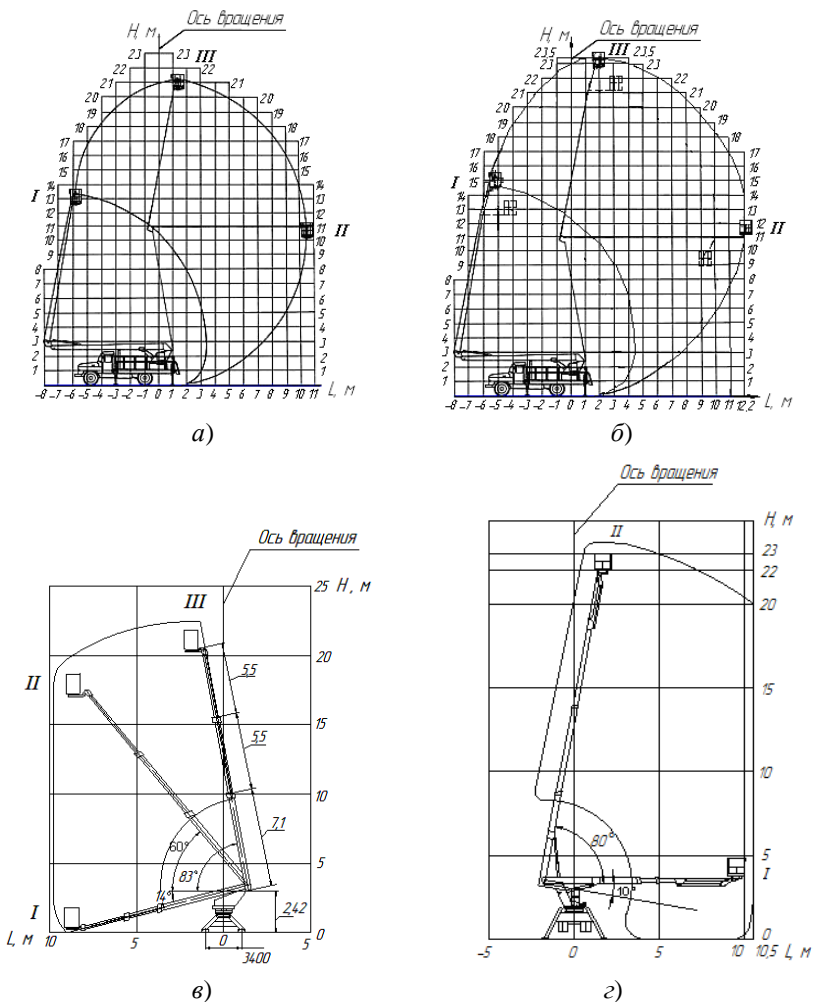


Рисунок 2 – Зоны обслуживания автогидроподъемников:
 а – коленчатого ПГ-22; б – коленчатого с дополнительной стрелой ПГ-22.11; в – телескопического АРТ-22; з – шарнирно-телескопического ПАРТ-23

Для анализа будем использовать систему показателей, представленных в работах [5–7]: показатель оценки материалоемкости

высоты подъема, показатель оценки энергоемкости высоты подъема, обобщенные показатели энерго-, материалоемкости и зоны обслуживания.

Результаты расчетов приведены в табл. 1. Помимо указанных показателей на эффективность работы подъемника влияет его производительность, связанная с грузоподъемностью и временем подъема люльки.

Показатель оценки материалоемкости высоты подъема:

$$\Pi_m = \frac{m_{\text{ПОД}}}{H} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $m_{\text{ПОД}}$ - масса навесного оборудования подъемника, т; H - максимальная высота подъема, м.

Показатель оценки энергоемкости высоты подъема:

$$\Pi_N = \frac{N}{H} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где N - суммарная мощность подъемника, кВт.

Обобщенный показатель экономии энерго-, материалоемкости и зоны обслуживания:

$$\Pi_{Nmm} = \frac{m_{\text{ПОД}} \cdot N}{S^2} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где S - площадь зоны обслуживания подъемником (очерчивается стреловым оборудованием, см. высотные характеристики на рис. 2), м².

Обобщенный показатель оценки материалоемкости высоты подъема, грузоподъемности и вылета:

$$\Pi_{mHQL} = \frac{m_{\text{ПОД}}}{H \cdot Q \cdot L} \rightarrow \min, \quad (4)$$

где Q - грузоподъемность подъемника, т; L - максимальный вылет стрелового оборудования подъемника, м.

Проведенный анализ показал, что подъемники наиболее эффективнее оценивать по зоне обслуживания (или высоте подъема), материалоемкости и производительности. Энергоемкость влияет незначительно. Причем, чем больше высота подъема, тем эффективнее подъемник, что подтверждает основную тенденцию развития данной техники.

Таким образом, потребителю по технико-экономическим характеристикам стоит остановить свой выбор на телескопическом подъемнике с дополнительной стрелой ПАРТ-23, обладающего высотой подъема 23 м (см. данные табл. 1). Окончательно выбор производится после экономических расчетов и определения стоимости машины.

Таблица 1 - Результаты анализа эффективности автогидроподъемников

Наименование показателей	Тип подъемника			
	ПГ-22	ПГ-22.11	АПТ-22	ПАРТ-23
Высота подъема, H , м	22	23,5	22	23
Максимальный вылет, L , м	10,5	12,2	8,5	10
Зона обслуживания, S , м ²	362,6	450,0	294,0	361,0
Грузоподъемность, Q , т	0,25	0,25	0,3	0,3
Масса полная $m_{под}$, т	10,3	11,12	9	10
Мощность двигателя, N , кВт	110	110	110	110
$\Pi_m = m_{под} / H$	0,468	0,473	0,409	0,435
$\Pi_N = N / H$	5	4,68	5	4,78
$\Pi_{Nmm} = m_{под} N / S^2$	0,0086	0,006	0,011	0,0084
$\Pi_{mQL} = m_{под} / (H \cdot Q \cdot L)$	0,178	0,155	0,160	0,145
Производительность, Π , т/ч	2,37	2,25	3	2,84

Таким образом, определены основные показатели подъемников, по которым предлагается осуществлять их выбор при расширении технологических возможностей их стрелового оборудования.

Список литературы:

1. Гудков Ю.И., Сытник Н.П. Автомобильные подъемники и вышки: Учебник для ПТУ. – К.: Основа, 2004. – 208 с.
2. Протасов Н. Автогидроподъемникам присуща «акселерация»? // Основные средства, №2, 2013. – С. 36 – 42.
3. ООО «Зуевский энергомеханический завод» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Зугрэс, 2018. URL: <https://zemz.uaprom.net/>
4. ОАО «Пожтехника» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Торжок, 2018. URL: <http://www.pozhtechnika.ru/>
5. Хмара Л.А. Оценка эффективности телескопического рабочего оборудования одноковшового гидравлического экскаватора // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. тр.: Днепропетровск: ПГАСиА, 2002. Вып. 15. 4. 2. – С. 143–150.
6. Хмара Л. А., Дахно О. А. Телескопическое рабочее оборудование гидравлического экскаватора и оценка его эффективности // Строительные машины, № 11, 2013. – С. 8 – 11.
7. Луцко Т.В. Анализ эффективности применения дополнительной стрелы в подъемнике гидравлическом ПГ-22.11 // Механизация строительства, №3, 2015. – С. 30 – 32.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В ЧЕРТЕЖАХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Маслова И.В., канд. техн. наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Использование параметрических возможностей САПР Компас 3D при создании эскизов для твердотельного моделирования. Наложение командных связей и ограничений на геометрические построение, а также создание математических зависимостей в эскизах для деталей машиностроения. Повышение эффективности подготовки конструкторской документации за счет параметрической геометрии в эскизах 3D-моделей, функциональной связи между переменными параметров графических объектов.

Ключевые слова. Параметризация в Компас 3D, использование переменных, конструкторско-технологическая документация, построение математических зависимостей между переменными эскиза, 3D-моделирование.

При подготовке конструкторско-технологической документации на изготовление деталей может быть использовано различное прикладное программное обеспечение, позволяющее как получить чертежи детали, так и технологические карты на изготовление детали. Использование всего функционала программного обеспечения повышает качество документации на изготовление и обработку деталей. Для ускорения получения документации на изготовление деталей используют цифровые 3D – модели.

Для создания 3D - модели детали можно воспользоваться САПР Компас 3D V15 [1]. В качестве примере рассмотрим моделирование детали «кронштейн». Габаритные размеры детали 100×75×60 мм. Толщина стенок кронштейна 5 мм. В конструкции детали выполнены отверстия, диаметрами $\varnothing 5$ мм, $\varnothing 7$ мм и $\varnothing 6$ мм.

Построение твердотельной 3D - модели детали состоит из двух видов работ: задание контура с известными геометрическим параметрам и использование одной из формообразующих операций САПР – системы. Для того, чтобы начать формирование тела, необходимо определиться с первоначальным эскизом, к которому впоследствии и будет применена формообразующая операция.

В качестве основания необходимо выбрать элемент, который

впоследствии будет обеспечивать положение всех элементов твердотельной модели и обеспечивать требуемые геометрические связи.

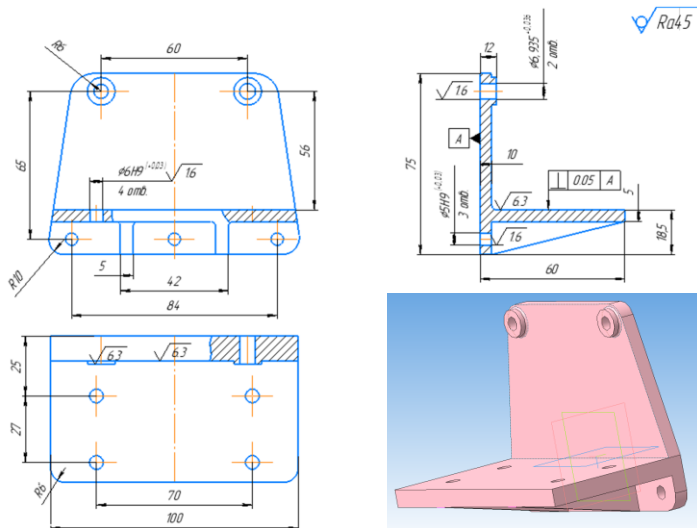


Рисунок 1 - Деталь «Кронштейн»

Согласно чертежу детали в начальном эскизе необходимо создать прямоугольник, высотой 75 мм и шириной 100 мм (рис.2).



Рисунок 2 - Первый эскиз для моделирования детали «кронштейн»

Для получения параметризованной модели, воспользуемся командами параметризации: зафиксируем размеры высоты и ширины прямоугольника, середину диагонали прямоугольника разместим в центре системы координат [2, 4]. Выполним дополнительные построения и получим трапецию. Скругления по углам трапеции выполним командой Скругления. Для полной картины геометрии

проставим фиксированные размеры к геометрическим построениям.

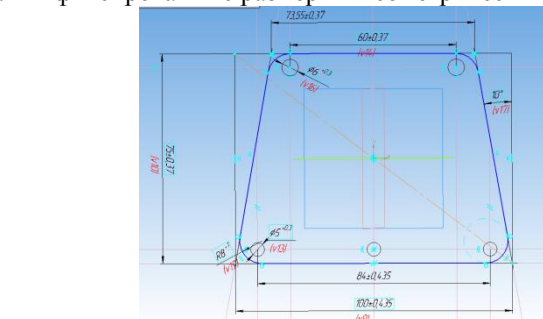


Рисунок 3 - Эскиз для операции «Выдавливания» с наложенными связями и ограничениями

В окне работы с переменными необходимо ввести зависимости, которые определяют связь между параметрами основания кронштейна.

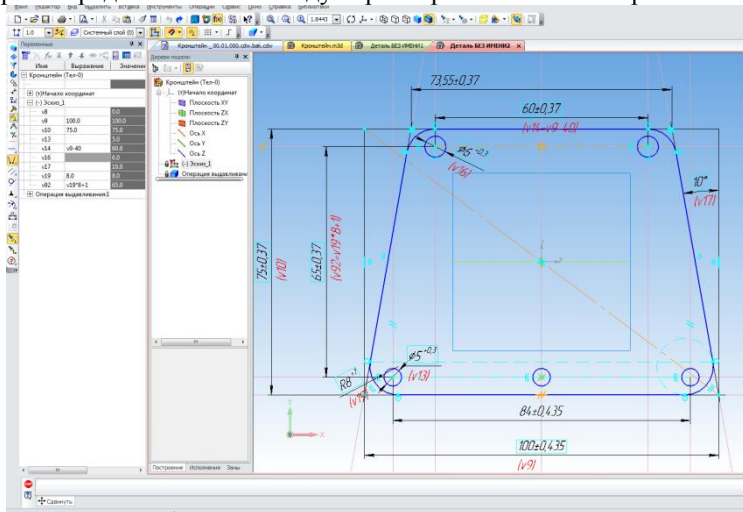


Рисунок 4 - Ввод зависимостей в Окне работы с переменными

Проставив параметрические зависимости и связи между графическими примитивами, получим эскиз для формообразующей операции «Выдавливания». Благодаря параметрическим зависимостям, при изменении, например, габаритных размеров кронштейна, будет меняться габарит эскиза, но не будет изменена топология детали [3].

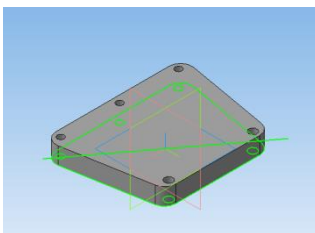


Рисунок 6 - Результат операции «Выдавливания»

В результате создания файла графической информации (рис.1), в котором присутствует геометрия детали, параметризованные эскизы, заданные пользователем зависимости, получена твердотельная модель детали «Кронштейн». По полученной модели создаются виды модели, в которых представлены чертежи изделия. При дальнейшем редактировании чертежа, в видах проставляются необходимые технические обозначения и размеры.

Использование возможностей параметрического режима позволяет исключить ошибки построения твердотельных моделей, предоставляют возможность получения множества чертежей с различными габаритными размерами, в случае необходимости, возможность задания математических зависимостей между параметрами графических примитивов.

Список литературы:

1. Хуртасенко А.В., Маслова И.В., Автоматизированная конструкторско-технологическая подготовка в машиностроении: учебно-практическое пособие /А. В. Хуртасенко, И. В. Маслова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016.-229с.
2. Маслова, И.В. Дистанционная диагностика состояния восстанавливаемых поверхностей крупногабаритных объектов в процессе их эксплуатации: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 и 05.02.08 / И. В. Маслова. – Белгород: БГТУ, 2013. – 159 с.
3. Маслова, И.В. Физическое моделирование восстановления формы вращающейся детали при токарной обработке. / И.В. Маслова, В.Я. Дуганов, Р.Г. Ястребов // Образование и наука: современное состояние и перспективы развития: сб.научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 28 февраля 2013г.: в 10 частях. Ч.5; М-во обр.и науки РФ. – Тамбов: Изд-во ТРОО «Бизнес-Наука-Общество», 2013. – 163с. стр.80-81.
4. Хуртасенко, А.В. Технология восстановительной обработки крупногабаритных деталей с использованием методов активного контроля: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.08 / А. В. Хуртасенко. – Белгород: БГТУ, 2007. – 150 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ПРАВКОЙ МЕСТНЫМ НЕРАВНОМЕРНЫМ НАГРЕВОМ ТВЧ И ОХЛАЖДЕНИЕМ

Огнев О.Г.¹, д-р экон. наук, профессор,
Огнев И.Г.², канд. техн. наук, доцент,
Банных С.А.², студент

¹*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет*

²*Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина*

Аннотация. Рассматриваются актуальные вопросы устранения деформаций изгиба коленчатого вала, анализируются существующие технологии по устранению дефектов коленчатых валов, рассмотрена технология восстановления коленчатых валов правкой местным неравномерным нагревом твч и охлаждением.

Ключевые слова: Технология восстановления, коленчатый вал, восстановление изношенных деталей, неравномерный нагрев, твч, охлаждение, двигатель внутреннего сгорания.

Устойчивая, эффективная работа двигателя внутреннего сгорания в совокупности факторов зависит от качества входящих в конструкцию деталей. Большинство деталей работают в сложных условиях и подвержены различным нагрузкам. Одной из таких деталей, определяющей ресурс всего двигателя, является коленчатый вал.

Процесс эксплуатации влечет появление дефектов. Можно выделить следующие: износ пазов, канавок и цилиндрических поверхностей, изгиб вала, скручивание вала, износ резьбовых поверхностей, появление изломов и другие.

Примерно 6...8 % всех дефектов коленчатого вала приходятся на прогиб. В процессе производства, эксплуатации, восстановления коленчатый вал приобретает существенные деформации – прогиб, укорочение.

В случае превышения допустимых величин, регламентированных в технических требованиях, происходит ускоренный износ вкладышей и шеек вала, повышенные нагрузки на постель блока, задиры шеек, повышение износа гильз, перекос поршней, повышаются ударные и динамические нагрузки. Нарушение регламента вызывает снижение вероятности безотказной работы двигателя до 58...76 %.

Существующие, на данный момент, способы восстановления коленчатых валов не обеспечивают необходимого уровня его качества.

Например, использование в качестве правки шлифования приводит к потере до трех ремонтных размеров. Как следствие, коленчатый вал бракуют и отправляют на восстановление гораздо раньше срока. Использование технологии правки на прессе снижает циклическую прочность материала вала на 35 %. При использовании правки чеканкой удается устранить биения не более 0,03...0,05 % длины вала.

Одним из перспективных способов является правка местным неравномерным нагревом токами высокой частоты и охлаждением. Использование подобной технологии направлено на повышение надежности автотракторных двигателей.

Теоретическими исследованиями установлена зависимость деформации коленчатого вала от деформации отдельных его элементов. В большинстве случаев на образование прогиба коленчатого вала основное влияние оказывают средние шатунные шейки или шатунные шейки с задирками. Осуществлять правку коленчатого вала целесообразно воздействием на шатунные шейки. Определены факторы, оказывающие влияние на величину устраняемого биения вала при его правке нагревом ТВЧ и охлаждением.

Опишем явления, происходящие в металле при нагреве и охлаждении. Важная часть это явления деформации при закалке. Исходя из анализа литературных данных, имеем итоговые деформации детали в процессе закалки: диаметр деталей, как правило, увеличивается на 0,010...0,030 мм на 1 мм толщины закаленного слоя; длина деталей будет уменьшаться, при условии, что диаметр детали меньше ее высоты и наоборот. Так же существуют случаи, когда одновременно возрастают и высота, и диаметр детали.

При повторных закалках – следует считать процессы идентичными, происходящими при однократной закалке. Возможны различия в структуре закаленной стали связаны с режимами закалки и заключаются в изменении количества остаточного аустенита, карбидов, обедненного углеродом мартенсита. Возможности формирования металла при последующих закалках ограничены, что приводит к снижению абсолютной деформации детали от цикла к циклу.

Величина деформации шейки вала при закалке зависит от температуры нагрева, глубины и длины закаленного участка шейки, его расположения относительно шейки, интенсивности охлаждения шейки, виды применяемой закалочной среды, количества нагревов и охлаждений. Закономерность деформации установлена в ходе эксперимента.

Следует учитывать тот факт, что использование в качестве источников нагрева вносит свои особенности в создание температурного поля в детали, поэтому данные явления и закономерности следует рассматривать с учетом специфичности нагрева токами высокой частоты.

Рассмотрим влияние особенностей нагрева токами высокой частоты на деформацию деталей. Особенность состоит в том, что используемая для нагрева энергия выделяется в достаточно тонком поверхностном слое детали, благодаря чему процесс осуществляется с очень высокой скоростью в диапазоне значений $100...1000$ ° С/с. Увеличение скорости нагрева под закалку вызывает и увеличение необходимой температуры нагрева. Нагрев детали под закалку и нагрев детали с целью правки далеко не одно и то же, поэтому необходимо рассмотреть влияние на деформацию детали всего спектра температур нагрева. Нижняя граница должна совпадать с температурой начала фазовых преобразований $720...750$ ° С, а верхняя с температурой оплавления поверхности $1100...1200$ ° С. Оптимальное значение температуры подбирается на основе экспериментальных данных.

Особенность нагрева токами высокой частоты выражена, что приближение нагреваемого участка шейки к галтели ближе оговоренных в технических требованиях значений $4...5$ мм вызовет повышенный отвод тепла в щеку вала и снижение относительной деформации шейки. Поскольку приближение закаленного слоя к галтели включает в зону нагрева незакаленные участки металла, степень формоизмерения которых значительно выше, чем у предварительно закаленных, следует ожидать увеличения абсолютной деформации шейки. Увеличение происходит за счет большей величины относительной деформации незакаленного участка. Зависимость абсолютной деформации от расстояния между границей закаленного участка и галтелью устанавливается в ходе эксперимента. Необходимо учитывать, что при чрезмерном смещении закаленного слоя к галтели возможен нагрев других участков вала, что повышает возможность проявления таких дефектов, как оплавление шеек. Наибольшая граница приближения закаленного слоя к галтели, которая обеспечивает отсутствие повреждений, определяется экспериментально.

Можно выделить следующие параметры, влияющие на получение качественного нагрева: мощность установки ТВЧ, время нагрева детали, скорость нагрева, параметры индуктора.

Рассмотрим влияние деформации отдельных элементов коленчатого вала на его прогиб. По литературным данным установлена

взаимосвязь основных видов деформации – прогиба и укорочения. Появление деформаций коленчатого вала (в том числе прогиб) происходит при значительном износе шеек вала, главным образом шатунных. В случаях, когда износ шеек составляет порядка 0,020...0,030 мм, причинами предположительно являются: изменения распределения остаточных напряжений по объему металла в щеках; послойное снятие металла при шлифовании и износе шеек; переход зерен материала вала из неустойчивого состояния в более устойчивое (релаксация напряжений правки, закалки). Так как шатунные шейки являются наиболее слабыми элементами коленчатых валов, то и перераспределение остаточных напряжений и связанные с ними деформации прежде всего возникают в шатунных шейках, точнее в наиболее нагруженных или наиболее ослабленных (с меньшей жесткостью сечения) из них.

Экспериментальными исследованиями обоснован механизм деформации вала при его правке. Получены уравнения регрессии, описывающие зависимость величины устраняемого биения вала и вероятности отсутствия повреждений на шейке от воздействующих факторов. Выделены следующие факторы, оказывающие влияние на величину устраняемого биения: глубина и ширина зоны нагрева, температура нагрева, взаимное расположение нагреваемого участка и шейки. В качестве закалочной жидкости применялась вода.

Технология правки включает следующие операции:

1. контроль величины биения коленчатого вала (при биении коленчатого вала менее 0,15 мм переходят к операции (б)),
2. выбор схемы правки коленчатого вала,
3. правка коленчатого вала,
4. стабилизация формы коленчатого вала,
5. контроль величины биения коленчатого вала (при биении одной из коренных шеек 0,10 мм операция (3) повторяется),
6. шлифование коленчатого вала,
7. контроль коленчатого вала (по техническим требованиям).

Данный способ правки не снижает циклической прочности коленчатых валов.

Использование способа правки местным неравномерным нагревом токами высокой частоты и охлаждением снижает возможность возврата прогиба вала в процессе эксплуатации, а процесс приработки двигателя – происходит в более благоприятных условиях – отсутствие повышенных нагрузок, отсутствие нарушения смазки деталей.

Описанные преимущества данного способа позволяют уменьшить возможность внезапного выхода двигателя из строя при его эксплуатации. Так же можно отметить повышение на 61,2 % гамма-ресурса двигателей с использованием отремонтированных коленчатых валов, выправленных нагревом ТВЧ и охлаждением, по сравнению с использованием обычной технологии ремонтного завода.

Правка местным неравномерным нагревом токами высокой частоты и охлаждением повышает предел выносливости отсеков коленчатых валов на 9,2...36,5 % по сравнению с существующими способами устранения деформации валов. По результатам эксплуатационной проверки, наработка двигателей с коленчатыми валами, выправленными данным способом, на 20,4 % выше, чем у двигателей, отремонтированных по существующим технологиям.

Способ правки местным неравномерным нагревом токами высокой частоты и охлаждением был внедрен на Магнитогорском ремонтном заводе.

Список литературы:

1. Головин Г.Ф. Остаточные напряжения, прочность и деформации при поверхностной закалке ТВЧ. — Л.: Машиностроение, 1973. — 144 с.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов. — М.: Металлургия, 1983. — 360 с.
3. Огнев О.Г. Устранение деформации изгиба коленчатых валов правкой местным неравномерным нагревом ТВЧ и охлаждением. Автореф. дисс. к. т. н. Челябинск, 1991. — 27 с.
4. Беляев В.Н. Исследование деформации коленчатых валов автомобильных двигателей при их восстановлении и способы устранения деформации. — Дисс. ...канд.техн.наук. — М., 1981. — 207 с.
5. Агузаров В.О. Исследование причин деформации коленчатых валов ЗИЛ-130 с целью увеличения межремонтного ресурса. — Дисс. ...канд.техн.наук. — М.; 1974. — 120 с.
6. Шацричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонта автомобилей. — М.: Машиностроение, 1976. — 558 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ В УСЛОВИЯХ ЕЁ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Соловьев В.В., канд. техн. наук, доцент,
Салтыков А.С.,
Красикова М.С.,
Ткаченко И.К.

Ярославский государственный технический университет

Аннотация. В статье показана возможность приготовления смазочно-охлаждающих жидкостей, не уступающих по характеристикам жидкостям на масляной основе, которые оказались устойчивыми к окислению и разложению, а также расслаиванию более чем 6 месяцев. Представлены результаты успешно проведенных исследований по проверке работоспособности СОЖ для скоростной обработки металла на автоматической линии. Проведенные исследования показали, что разработанные СОЖ могут быть рекомендованы к использованию на машиностроительных предприятиях.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, обработка металла, режущий инструмент, эксплуатационные свойства.

Введение. Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) находят широкое применение в машиностроительной промышленности и металлообработке. Качественные смазочно-охлаждающие жидкости продляют срок эксплуатации оборудования и обеспечивают надёжную защиту промышленных образцов металлообработки, снижают риск распространения коррозии поверхностей, отводят тепло, возникающее вследствие трения, повышают гладкость и геометрически требуемую форму обрабатываемых деталей [1].

Основная часть. Авторами был разработан состав смазочно-охлаждающей жидкости для автоматических линий по обработке металлических и чугунных заготовок, а также деталей втулок и седел клапанов автомобильного двигателя. Линия имеет высокую производительность и синхронно осуществляет все основные и вспомогательные операции обработки. Система подачи СОЖ снабжена жестким фильтрующим устройством и насосами, обеспечивающими непрерывную подачу отфильтрованной жидкости к узлу резания.

Смазывающую способность оценивали на четырехшариковой машине трения ЧШМ-3 (ГОСТ 9490-60). В качестве базового масла

было выбрано масло И-20 Ярославского НПЗ. Охлаждающие свойства контролировали во время обработки металлических деталей на поточной автоматической линии.

В случае одновременного выполнения нескольких операций на современных металлорежущих станках, СОЖ подбирают, исходя из требований наиболее ответственной части работы, в данном случае — операции развертывания узкого отверстия металлокерамической втулки твердосплавным инструментом [2].

Режимы автоматической обработки втулки, указанные в таблице 1, способствуют возникновению в узле резания высоких нагрузок и контактных температур, что вместе с повышенными требованиями к чистоте обработанной поверхности обуславливает необходимость применения СОЖ с эксплуатационными свойствами [3].

Таблица 1- Условия механической обработки внутренней поверхности втулок и седел клапанов

Показатели	Автоматическая линия		Вертикально разверточный станок
	расточка седел клапанов	развертывание отверстий втулок	развертывание отверстий втулок
Обрабатываемый материал	Специальный чугун	Пористая металлокерамика	
Режущий инструмент	Резец из твердого сплава ВК-8	Резец из твердого сплава ВК-6	
Размер обрабатываемых деталей, мм (внутренний диаметр)	40	8 - 10	8 - 10
Размер обрабатываемых деталей, мм (длина)	-	60	60
Требуемая чистота обрабатываемой поверхности	▽ 6	▽ 8	▽ 8
Скорость резания, м/мин	110	90	23
Подача, мм/мин	60	200	160
Температура в месте соприкосновения резца с деталью, °С(без охлаждения)	1000	800	200—400

В настоящее время в промышленности для операций развертывания, в зависимости от обрабатываемого материала, материала инструмента, режима обработки и требований к качеству обработанной поверхности, в основном используются СОЖ импортного производства.

Однако указанные СОЖ дороги, импортозависимы и не применимы в условиях автоматической линии из-за недостаточных смазывающих свойств.

Для указанной автоматической линии авторами разработан состав СОЖ, состоящий из маловязкого глубокоочищенного базового масла И-20, производимого на ОАО «Славнефть ЯНОС» с присадками, обеспечивающими смазочно-охлаждающей жидкости необходимые эксплуатационные свойства при её продолжительной работе.

При введении набора присадок для указанной СОЖ, образцы были испытаны в промышленных условиях на автоматической линии одного из машиностроительных предприятий Ярославской области (Тутаевский моторный завод) - 3 опытные и одна опытно-промышленная партия. В результате проведенных испытаний была выявлена эффективность и работоспособность опытных партий в условиях длительной эксплуатации.

За весь период испытания смазочно-охлаждающая жидкость незначительно изменила физико-химические свойства и сохранила свою работоспособность. Разработанный образец полностью отвечал технологическим требованиям при обработке деталей из металлокерамики, серого чугуна, стали Ст.3, стали 45 и меди твердосплавным инструментом на многофункциональной автоматической линии, обеспечивая необходимые производительность и качество обработки.

Предлагаемая СОЖ, для металлообрабатывающих предприятий хорошо фильтруется, не дымит и не ухудшает санитарно-гигиенических условий рабочих мест. Основные показатели опытно-промышленной партии СОЖ — исходной и после 6 месяцев эксплуатации (базовое масло И-20 ОАО «Славнефть ЯНОС») — приведены в таблице 2.

Таблица 2- Эксплуатационные свойства СОЖ

Показатели	Исходное	После 6 мес. эксплуатации
Испытания на четырехшариковой машине трения:		
критическая нагрузка P_k , кГ.	112	71
нагрузка сваривания P_c , кГ	316	171
диаметры пятен износа, мм:		
d_1	1,47	1,99
d_2	2,56	2,51
d_3	3,23	3,16
обобщенный показатель износа режущего инструмента	5 4	2 9
Антикоррозионные свойства при 120°C:		
показатель агрессивности СОЖ, $г/м^2$:		
Металлокерамика	+ 5,8	+ 16,0
серый чугун	- 0,6	+ 0,2
сталь Ст. 3	- 0,3	+ 0,3
сталь 45	+ 0,3	+ 0,1
Медь	- 0,8	- 2,0
показатель агрессивности антизадирной пленки, $г/м^2$:		
Металлокерамика	+ 5,6	+ 0 , 9
серый чугун	+ 1,7	+ 2,4
сталь Ст. 3	+ 4,0	+ 6,2
сталь 45	+ 1,8	+ 3,1
Медь	+ 0,8	+ 0,9
Антиокислительная стабильность по методу IP при 120 °C:		
прирост кинематической вязкости при 20°C, %	8,5	9,5
прирост коксового числа, %	21,0	1,5
Пенообразование [5]	Отсутствует	
Дымление	Отсутствует	
Запах	Неприятный запах отсутствует	

Результаты по чистоте внутренней поверхности, обработанных

деталей с использованием СОЖ разработанной в Ярославском государственном техническом университете (ЯГТУ), представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Качество обработанной внутренней поверхности втулок

Смазочно-охлаждающая жидкость	Класс чистоты обработанной поверхности		
	▽ 9	▽ 8	▽ 7
Опытная партия СОЖ	75%	25%	-
Опытно-промышленная партия СОЖ	78%	22%	-
Импортная смазочно-охлаждающая жидкость	-	30%	70%

Из данных таблицы 3 видно, что применение разработанной СОЖ обеспечивает квалифицированную эксплуатацию дорогостоящего оборудования и выпуск качественной продукции.

Выводы. В статье представлены результаты успешно проведенных исследований по проверке работоспособности СОЖ для скоростной обработки металла на автоматической линии. В настоящее время планируется освоение опытно промышленного производства СОЖ на одном из предприятий в Ярославской области.

Список литературы:

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием. Справочник / под общ. ред. С. Г. Энтелиса, Э. М. Берлинера. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1995.
2. Тихомиров В. Д. Разработка биоразлагаемых смазочно-охлаждающих жидкостей / В. Д. Тихомиров, М. С. Красикова, В. В. Соловьев; // Семидесятая всероссийская научно-техническая конференция студентов, магистрантов и аспирантов высших учебных заведений с международным участием. Ярославль: сб. материалов конф. В 3 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Ярославль : Издат. дом ЯГТУ, 2017. – 187с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
3. Кокорин, В.Н. Применение смазочно-охлаждающих технологических жидкостей в производстве прокатки листового материала: учебное пособие / В. Н. Кокорин, Ю. А. Титов. – Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 55 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ БИОКОМПОНЕНТА ДЛЯ НЕФТЯНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ИСТОЧНИКА СЫРЬЯ

Соловьев В.В., канд. техн. наук, доцент.,
Червочкин М.А.,
Кузнецова Е.Д.,
Головков А.Е.

Ярославский государственный технический университет

Введение. В настоящее время удорожание нефти и газа, а также тот факт, что эти источники сырья являются ограниченными, приводит к тому, что большинство развитых стран мира переходят на возобновляемые источники сырья. Одним из таких источников является биомасса и в частности древесина, наибольшие запасы которой произрастают на территории Российской Федерации [1].

Основная часть. В результате переработки древесины на целлюлозно-бумажных комбинатах образуется большое количество лигносодержащих отходов или «шлам-лигнинов», которые не находят квалифицированного применения [2]. В своем составе лигносодержащих отходы имеют такие компоненты как жирные и смоляные кислоты и неомыляемые вещества, которые могут быть использованы в качестве био-компонента дизельного топлива, а также углеводородного сырья для органического синтеза [3].

Существуют различные возможные способы разделения лигносодержащих отходов на отдельные компоненты. К ним относятся ректификация, экстракция, омыление, центрифугирование, адсорбция, фильтрование, а также разделение путем частичной этерификации [4].

Процесс ректификации достаточно сложен в технологическом оформлении, так как для разделения лигносодержащих отходов потребуется несколько колонн. Кроме того, жирные и смоляные кислоты, входящие в состав лигносодержащих отходов имеют температуру кипения значительно выше 300 °С, поэтому процесс ректификации необходимо вести под вакуумом. Также в колоннах необходимо поддерживать максимально возможное разрежение и для предотвращения полимеризации, изомеризации, окисления и деструкции ненасыщенных кислот [5]. Все это делает процесс ректификации достаточно дорогостоящим.

При разделении методом омыления эффект разделения очень незначителен, а трудности отделения мыла от неомыляемой части велики, кроме того получаемые продукты должны дополнительно очищаться с применением дистилляции, адсорбции или рафинирования растворителями, поэтому вышеуказанный метод не экономичен [6].

При разделении лигносодержащих отходов методом экстракции основная сложность заключается в подборе растворителя. Растворитель должен обладать высокой селективностью, легкостью регенерации, а также быть доступным и по возможности не дорогостоящим [7].

Центрифугирование и фильтрование могут применяться лишь на начальных стадиях переработки для удаления механических примесей.

Адсорбцию экономически целесообразно применять для обработки смесей с низкой концентрацией извлекаемых веществ.

Целью настоящей работы является разработка технологии переработки лигносодержащих отходов для получения на его основе био-компонента дизельного топлива, а также выделения из этого многотоннажного отхода целлюлозно-бумажных комбинатов ценных компонентов для органического синтеза.

В качестве исходного сырья использовался лигносодержащий отход или «шлам-лигнин» ОАО «Котласского целлюлозно-бумажного комбината» (Архангельская область, г. Коряжма) – крупнейшего в Европе лесохимического комплекса. В таблице 1 приведены характеристики исходного лигносодержащего отхода. Определение каждого из показателей проводилось несколько раз. Наиболее близкие по значениям результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристики исходного лигносодержащего отхода

Показатели	Номер определения		Среднее значение
Кислотное число, мг КОН/г	119,0	117,6	118,3
Число омыления, мг КОН/г	126,0	127,7	126,9
Йодное число, г I ₂ /100 г	103,1	103,6	103,3
Содержание смоляных кислот, %	22,05	21,00	21,52
Содержание неомыляемых веществ, %	20,37	21,08	20,72
Содержание лигнина, %	9,57	10,21	9,89
Содержание воды, %	9,93	8,97	9,45

Как видно из таблицы 1 в состав исходного сырья входит значительное количество лигнина, который повышает вязкость системы, а также будет препятствовать последующему проведению реакции этерификации. Поэтому первоначально необходимо удалить лигнин из смеси. Присутствующую воду также необходимо удалить, так как она будет смещать равновесие реакции этерификации в сторону образования исходных продуктов. В качестве растворителей удаления лигнина применялись вещества различного ряда соединений, таких как алифатического, ароматического, спирты, а также прямогонный бензин и дизельное топливо.

Опыты проводились в пробирках, куда добавлялось 20 см³ растворителя и 20 см³ исходного сырья. Полученная смесь перемешивалась в течение 15 минут при температуре 50 °С, а затем фильтровалась. Фильтр с лигнином сушился до постоянной массы при 100 °С. Затем, зная массу выделившегося лигнина и его содержание в исходном сырье, содержание в исходном сырье, рассчитывалась степень удаления лигнина по формуле:

$$X = \frac{m_{\text{лигнин}}}{m_{\text{навески}} \cdot x} \cdot 100,$$

где X – степень удаления лигнина, %;

$m_{\text{лигнин}}$ – масса лигнина на фильтре, г;

$m_{\text{навески}}$ – масса навески исходного сырья, г;

x – содержание лигнина в исходном сырье, масс. дол.

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Влияние растворителя на степень удаления лигнина
Объемное соотношение ЛСО «шлам-лигнин»: растворитель 1 : 1

Растворитель	Масса навески, г	Масса выделившегося лигнина, г	Степень удаления лигнина, %
Бензол	20,12	1,76	88,45
Толуол	23,37	2,04	88,26
Прямогонный бензин	22,51	1,99	89,39
Дизельное топливо	20,18	1,74	87,18
Гексан	22,63	2,06	92,04
Метанол	21,55	1,76	82,58
Этанол	21,23	1,72	81,92

Продолж. табл. 2

Пропанол	20,15	1,58	79,28
Бутанол	20,01	1,86	93,99

Из таблицы 2 видно, что наилучшую степень удаления лигнина имеют гексан и бутанол, однако, применение гексана не целесообразно, из-за его высокой стоимости, поэтому для дальнейших исследований в качестве экстрагента был выбран бутиловый спирт.

Из литературных источников известно, что бутанол образует с водой азеотропную смесь с температурой кипения равной 92,7 °С [8]. Смесь расслаивается при конденсации, образуя два слоя. Нижний слой – вода, насыщенная бутанолом, верхний – бутанол, насыщенный водой. Таким образом, удастся совместить два процесса в одной стадии – регенерация растворителя и удаление воды. В таблице 3 представлена характеристика полученного продукта, после удаления лигнина и воды.

Таблица 3 - Характеристика сырья после удаления лигнина и воды

Показатели	Номер определения		Среднее значение
	1	2	
Кислотное число, мг КОН/г	131,1	133,5	132,3
Число омыления, мг КОН/г	133,0	135,2	134,1
Йодное число, г I ₂ /100 г	138,9	140,9	139,9
Содержание смоляных кислот, %	25,82	26,22	26,02
Содержание неомыляемых веществ, %	25,89	24,68	25,28
Содержание лигнина, %	0,35	0,69	0,52
Содержание воды, %	0,00	0,00	0,00

Из таблицы 3 видно, что в процессе экстракции удалось практически полностью удалить лигнин, а совместно с процессом регенерации экстрагента – провести азеотропную осушку. Полученный продукт по основным характеристикам аналогичен сырому талловому маслу [9]. В таблице 4 приведена сравнительная характеристика полученного продукта и промышленного образца сырого таллового масла.

Таблица 4 - Сравнительная характеристика полученного продукта и сырого таллового масла

Показатели	Сырое талловое масло по ТУ- 13-0281078-119-89		Сырье после удаления лигнина и воды
	Смешанное	Лиственное	
Кислотное число, мг КОН/г	не менее 130	не менее 96	132,3
Содержание смоляных кислот, %	не менее 20	не определяется	26,02
Содержание неомыляемых веществ, %	не более 18	не более 20	25,28
Содержание лигнина, %	не определяется	не определяется	0,52
Содержание воды, %	не более 2	Не более 2	0,00

Как видно из таблицы 4, содержание жирных кислот в полученном продукте превосходит значения этого параметра в товарном продукте, выпускаемом на ЦБК. Поэтому полученное сырье после удаления лигнина и воды может быть использовано для синтеза компонента биотоплива, предварительно подвергаясь процессу этерификации с получением метиловых эфиров жирных кислот таллового масла. В качестве катализатора процесса этерификации использовалась *n*-толуолсульфокислота (*n*-ТСК). Массовая доля её составляла 3 % от массы жирных кислот. Температура проведения реакции – 60 °С. Время проведения реакции – 90 минут. Молярное соотношение жирные кислоты : метанол – 1 : 3.

После проведения процесса было установлено, что основным продуктом реакции этерификации являются алифатические эфиры жирных кислот с селективностью – 96,8 %. Невысокая степень превращения (конверсия составила – 63,0 %) объясняется присутствием смоляных кислот и неомыляемых веществ, которые снижают этот показатель. Поэтому для удаления непрореагировавших веществ, полученная после этерификации реакционная масса промывалась водой в делительной воронке. По истечении 15 минут, полученная смесь расслаивалась на два слоя. Верхний (углеводородный) слой содержал в себе метиловые эфиры жирных кислот, непрореагировавшие жирные кислоты, смоляные кислоты и неомыляемые вещества. В нижний

(водный) слой переходили катализатор и непрореагировавший спирт. Промывание смеси осуществлялось до нейтральной среды по индикатору метиловому-оранжевому.

После проведения этерификации и удаления кислотного катализатора (*n*-ТСК) полученная смесь имела высокое значение кислотного числа, что свидетельствовало о присутствии значительного количества смоляных кислот, а также непрореагировавших жирных кислот в полученных эфирах. Поэтому углеводородный слой далее очищался от кислотных примесей.

В промышленности существуют два основных метода очистки эфиров от присутствующих кислот: дистилляция и щелочная нейтрализация[10]. Процесс дистилляции достаточно сложен в технологическом оформлении. Его необходимо вести под вакуумом для предотвращения полимеризации, изомеризации, окисления и деструкции ненасыщенных кислот и эфиров.

Выводы. Установлено, что наиболее перспективным методом очистки полученных эфиров является щелочная нейтрализация. После проведения которой, метиловые эфиры жирных кислот были испытаны в качестве компонента биотоплива при добавке их традиционному нефтяному дизельному топливу, полученному из нефти.

Список литературы:

1. Кузнецов, Б. Н. Получение жидких топлив и их компонентов из древесной биомассы / Б. Н. Кузнецов // Российский химический журнал. 2003. т. XLVII, № 6. С. 83 – 91.
2. Чельшева, И. Н. Использование отходов переработки древесины при производстве древесно-волоконистых плит / И. Н. Чельшева // ЭКиП: Экология и промышленность России. 2006. № 12. С. 22 – 25.
3. Кузнецов, Б. Н. Растительная биомасса – альтернативное сырье для малотоннажного органического синтеза / Б. Н. Кузнецов, С. А. Кузнецова, В. Е. Тарабанько // Российский химический журнал. 2004. т. XLVIII, № 3. С. 3
4. Гордон, Л. В. Технология и оборудование лесохимических производств / Л. В. Гордон, С. О. Скворцов, В. И. Лисов. М.: Лесная промышленность, 1988. – 360 с.
5. Селянина, Л. И. Перегонка с водяным паром – эффективный способ регулирования качества таллового масла / Л. И. Селянина, А. Е. Коптелов // Изв. вузов. Лес. ж. 2002. № 5. С. 115 – 123.
6. Селянина, С. Б. Влияние промывки сульфатного мыла на процесс получения таллового масла / С. Б. Селянина, П. О. Шварев // Изв. вузов. Лес. ж. 1996. № 1. С. 157 – 161.

7. Васильева С. А. Разработка и исследование новой конструкции реактора разложения сульфатного мыла / Матер. 13 Коми респ. молод. науч. конф. Сыктывкар. 1997. С. 178.
8. Кнунянц, И. Л. Химический энциклопедический словарь / И. Л. Кнунянц, М.: Советская энциклопедия, 1983. – 792 с.
9. Сырое талловое масло [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rustorgoil.ru/site.aspx?IID=825649&SECTIONID=825648>
10. Изучение кинетических закономерностей реакции жирных кислот таллового масла спиртами n-строения: Методические указания к лабораторной работе / Е. И. Филимонова, В. В. Соловьев, Л. М. Соболева [и др.

13. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

ГЕНЕЗИС ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ИЗУЧЕНИЮ ИННОВАЦИОННОЙ МОДЕЛИ РАЗВИТИЯ

Бережная А.В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. На протяжении длительного времени инновации выступают в роли катализатора экономического развития государства. Проблема циклов инновационного развития была освещена в научных трудах выдающихся экономистов двадцатого столетия и остается актуальной по сей день. Нами были рассмотрены главенствующие теоретические подходы к изучению инновационной модели экономического развития, их общие и отличительные черты.

Ключевые слова: инноватика, инновационный цикл, колебания конъюнктуры, экономическое развитие, регион.

Социальная реальность XXI века такова, что общественно-экономическое развитие государства неразрывно связано с инновационной активностью на микро-, мезо- и макроуровнях. В настоящее время термин «инновации» на слуху у каждого человека: мы сталкиваемся с инновациями в медицине, образовании, ежегодно рынок технологий пополняется новыми продуктами, даже сфера услуг претерпевает изменения и модернизируется. Инновации в различных формах существовали на протяжении многих тысячелетий, но лишь в прошлом веке учёные выявили корреляцию между уровнями технологического и экономического развития.

Родоначальником современной теории инноватики считается Й. Шумпетер, впервые рассмотревший в своей работе «Теория экономического развития» (1911 г.) инновацию как «новую научно-организационную комбинацию производственных факторов, мотивированную предпринимательским духом» [7]. В авторской систематизации инновация представляет собой новый продукт, обновление материальной базы и общей технологии производства, освоение новых рынков сбыта.

В своих исследованиях Шумпетер опирался на теорию циклического развития экономики и общества в целом. Каждый новый

цикл берет своё начало в момент выхода экономики из кризиса. Таким образом, динамику экономического роста Шумпетер связал с возникновением талантливых предпринимателей-инноваторов, образ мышления которых позволяет по-новому задействовать в экономике уже имеющиеся ресурсы, и тем самым определяя путь дальнейшего развития, отличный от предыдущего.

Идеи Шумпетера нашли своё продолжение в работах российского ученого Н.Д. Кондратьева, который связал инновации с теорией больших циклов хозяйственной конъюнктуры. Проанализировав статистические данные за 140-летний период развития западноевропейских стран, он выделил «длинные волны» хозяйственной конъюнктуры, в основе которых лежит доминирующий технологический уклад, совокупность имеющихся знаний, технологий, материальных и энергетических ресурсов. Таким образом, базисные инновации и радикальная смена материально-технической базы выступают определённым стимулом «повышательной волны» [5].

Признание инноваций как ключевого драйвера экономического развития повлекло за собой развитие инноватики и создание множества инновационных теорий, которые в сущности своей как дополняют идеи Шумпетера и Кондратьева, так оспаривают отдельные положения. Так, американский экономист С.-С. Кузнец опровергал закономерность и систематичность возникновения инноваций, связывая их возникновение с радикальными переменами в политической, социально-экономической или научной среде. По его мнению, экономический цикл сам по себе связан со спонтанно возникающими циклами инновационных технологий [6]. Кузнецом было введено понятие «эпохальных инноваций» – это инновации, осуществляемые раз в несколько столетий, длительность которых может достигать десятилетий, и, как правило, они влекут за собой смену не только способов производства и организации хозяйства, но и устоявшихся социокультурных основ общества в целом.

Немецкий ученый Г. Менш придерживался взглядов Шумпетера на природу циклов, однако им была немного видоизменена группировка инноваций. Ученый подразделял их на базисные (революционные инновации, создающие новые продукты и отрасли, служащие основой для дальнейших исследований), улучшающие (не несут в себе научной новизны, способствуют повышению продукции и совершенствованию существующих технологий), псевдоинновации (незначительные, краткосрочные инновации, реагирующие на изменения предпочтений потребителей) [4]. Основываясь на данной группировке инноваций,

Менш проанализировал состояние рынка технологий в 1970-е годы и предсказал возникновение нового кризиса ещё до появления первых признаков стагнации: это явление получило название «технологического пата». При отсутствии базисных инноваций, существующие технологии подвергаются моральному износу и «изживают» себя, их предельная полезность снижается, улучшающих инноваций оказывается недостаточно для развития промышленности, что означает замедление экономического развития.

Неоценимый вклад в теорию инновационных циклов экономического развития внесли российские экономисты Д.С. Львов и С.Ю. Глазьев, которые объяснили долговременные колебания конъюнктуры сменой технологических укладов. Основой для их исследования послужили межотраслевые технологические цепи смежных производств, которые в совокупности своей и составляют технологический уклад [3]. В свою очередь, в каждом технологическом укладе сосредоточены базисные инновации, служащие основой динамичного научно-технического развития.

Продолжая исследования природы инноваций, российский учёный Ю.В. Яковец в своей работе «Эпохальные инновации XXI века» описал основные закономерности инновационного обновления общества [8]:

1) Периодичность возникновения инноваций и их обновления обусловлена цикличным характером общественного развития;

2) Циклы инновационного развития неоднородны, периоды активного развития сменяются рецессиями различной продолжительности;

3) Циклы инновационной деятельности различной продолжительности взаимосвязаны между собой и могут взаимодействовать с циклами иных сфер общественной жизни;

4) Для инновационных волн характерна смена локаций и лидеров инновационной активности;

5) Для инновационной динамики характерны признаки социогенетики – наследственность (нововведения направлены не на разрушение устаревшей системы, а сохранение и совершенствование накопленных знаний и опыта), наследственная изменчивость (развитие инноваций, их модификация и адаптация к новым условиям суперсистемы), отбор (корректировка набора необходимых инноваций относительно требований суперсистемы).

Одним из молодых направлений исследований инновационной модели экономического развития, привлекательных для научного сообщества нашего времени, является концепция региональных

инновационных систем (РИС) [2]. Если в двадцатом столетии объектами исследования инноватики выступали предприятия и отрасли промышленности, то в условиях глобальных экономических вызовов нашего столетия стоит уделить отдельное внимание инновациям мезоуровня.

Одним из первых концепцию РИС предложил в 1990-е гг. профессор Кардиффского университета Филипп Кук, который определял РИС как «набор узлов в инновационной цепочке, включающий в себя непосредственно генерирующие знания фирмы, а также организации, предприятия, использующие (применяющие) эти знания, и разнообразные структуры, выполняющие специализированные посреднические функции: инфраструктурное обеспечение, финансирование инновационных проектов, их рыночную экспертизу и политическую поддержку» [1]. Таким образом, региональная инновационная система рассматривается как социальный катализатор дальнейших исследований и разработок, поскольку на региональном уровне легче организовать каналы связи для распространения технологий и популяризации инновационного знания, обеспечить финансирование и кадровый потенциал для малого инновационного бизнеса.

Рассмотрев центральные концепции инноватики, мы пришли к выводу, что они схожи между собой в основной идее: инновации это ключ к динамичному экономическому развитию. Следует отметить, что для экономики нашей эпохи – эпохи высоких технологий и инновационно-ориентированных производств – инновационная модель экономического развития является единственно верной, поскольку высокотехнологичное и наукоемкое производство, создание инновационной инфраструктуры высших учебных заведений, государственная поддержка инновационных проектов выступают залогом социально-экономического благополучия государства.

Список литературы:

1. Cooke Ph., Uranga G.M., G. Etzebarria Regional Innovation Systems: Institutional and Organizational Dimnesions // Research Policy. 1997. № 26 (4–5). P. 475–491.
2. Заркович А.В. Теории инновационного развития: концепция региональных инновационных систем // Гуманитарные научные исследования. 2013. № 6 [Электронный ресурс]. URL: <http://human.snauka.ru/2013/06/3404>

3. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. 1986. №5. С. 793–804.
4. Сомина И.В. Методы и модели оптимизации параметров инновационных процессов в Российской экономике: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. 141 с.
5. Сомина И.В. Технологические инновации в России: инвестиционное обеспечение и экономическая эффективность: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 147 с.
6. Управление инновационной деятельностью: учебное пособие в 3 ч. Ч. I. Основы инновационного менеджмента и экономики инноваций / Под ред. П.П. Перервы, С.Н. Глаголева. – Белгород; Харьков: Изд-во БГТУ, 2012. 545 с.
7. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. М.: Директмедиа Паблишинг, 2008. 401 с.
8. Яковец Ю.В. Эпохальные инновации XXI века. М.: Издательство «Экономика», 2014. 437 с.

О ТРАНСФОРМАЦИИ КАТЕГОРИИ «ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ» В ИННОВАЦИОННОЙ ЭКОНОМИКЕ

Божков Ю.Н., канд. экон. наук, доцент,
Кузнецова И.А., канд. экон. наук, доцент,
Пирожков С.И., магистрант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Рассматриваются различные подходы к категории «человеческий капитал». Человеческий капитал как экономическая категория в современных условиях является одним из общеэкономических ключевых понятий, способствующих большинству социально-экономических процессов рассматривать сквозь призму человеческих интересов и действий. Однако существующие теории человеческого капитала не совсем точно отражают социально-экономическое содержание категории «человеческий капитал» в условиях инновационного развития. На основании этого авторами предложена уточненная трактовка рассматриваемой категории.

Ключевые слова: человеческий капитал, экономическая категория, инновационная экономика, теория человеческого капитала

Эволюция подходов к управлению капиталом выявляет смещение акцентов от осязаемо-технической и овеществленной компоненты к живой и информационно-восприимчивой, способной контактировать с участниками процесса производства и потребления. Эта часть производительных сил носит в большей мере качественный, а не количественно-параметрический характер и занимает главенствующее место в инновационной экономике.

С позиций современной экономической науки и инновационного менеджмента, ядром корпоративных активов становится человеческий капитал, воплощенный в ценные знания, навыки и другие инновационные качества, которые позволяют персоналу быть изменчивым и активным, а также обладать готовностью к совместной творческой деятельности с другими сотрудниками предприятия, а также с его бизнес-партнерами [1,2].

В связи с этим изменяются реперные точки, на которые опирается менеджмент человеческого капитала в доинформационную эпоху.

С целью выявления адекватности существующих подходов к управлению человеческим капиталом требованиям новейшей экономики и инновационной бизнес-среде рассмотрим ряд наиболее

значимых концептуальных подходов к задачам эффективного управления капиталом предприятия и их особенностям применительно к менеджменту человеческого капитала современных промышленных предприятий.

Для анализа столь сложной категории, каковой является человеческой капитал, а также для раскрытия ее методологической значимости с точки зрения корпоративного управления имеет большое значение рассмотрение основных положений теории человеческого капитала. Теория человеческого капитала – этого сложного и многоаспектного явления, охватывающего собой практически все аспекты экономической и социальной деятельности – начала формироваться сравнительно недавно. Стоит сказать, что отдельные элементы ее были разработаны учеными XVIII и XIX столетий, но они были слабо связаны между собой и не представляли сколько-нибудь организованной системы. И только в 1960-1961 гг. впервые были опубликованы статьи Т. Шульца и Г. Беккера [3], посвященные основным проблемам теории человеческого капитала, и вскоре эта концепция получила большое признание и появилось много публикаций по этой тематике. К сегодняшнему времени теория человеческого капитала превратилась в самостоятельное течение экономической мысли.

В разработке этой теории непосредственно принимали участие такие исследователи, как Г. Беккер, Дж. Минцер, У. Боуэн, М. Фишер, Дж. Вейзи, П. Хайне, Э.Д. Доланд, Д.Е. Линдсей, И. Ильинский, М.М. Критский, делая свой вклад в изучение данной проблемы. В 1979 году Т. Шульцу, а затем, в 1992 году Г. Беккеру были присуждены Нобелевские премии за вклад в создание теории человеческого капитала. Они сделали достаточно удачную попытку применения положений неоклассической школы к проблемам образования, семьи, миграции и целесообразного поведения человека, которые ранее оставались за кадром экономического анализа и не включались в расчеты эффективности. И, непосредственно, сущность теории человеческого капитала состояла в использовании неоклассической теории капитала к труду и к использованию рабочей силы, а также к инвестициям в формирование человеческого капитала [4,5,6].

Так как основные факторы производства, а именно труд, земля, капитал и предпринимательские способности, сегодня понимают как различные формы капитала, то и доходы от них часто рассматривают как доход от инвестирования в них соответствующих средств. Отсюда и различие капитала (ресурса) как источника разового фиксированного

дохода от капитала (фактора) как источника постоянного дохода при его использовании.

В этой связи многие современные экономисты широко используют категорию арендной платы, причем относят ее не только к земле, но и другим факторам производства. При этом данный взгляд исходит из того, что каждый фактор используется в конкретное время и берется как бы напрокат. «Те же самые принципы, которые определяют величину земельной ренты, обуславливают и уровень цен на все факторы производства...заработная плата представляет собой арендную плату за пользование личными услугами человека на протяжении дня, недели, года», отмечает П. Самуэльсон.

Таким образом, если предприниматель использует, например, фактор производства на основе аренды, то он довольствуется только нормальной прибылью (заработной платой), если же факторы производства, кроме труда принадлежат ему полностью, то он получает полную прибыль: «безусловный процент, безусловная рента, безусловная зарплата – лишь названия, которые дают экономисты прибыли. Это доходы от факторов производства, используемых непосредственно самими предпринимателями».

Следует отметить, что в современной теории все более настойчиво поднимается вопрос об учете и исследовании изменений, происходящих в самой прибыли, связанных с выдвиганием на первый план среди ее источников духовно-интеллектуальной составляющей. Полагается, что в условиях, когда острота проблемы обеспечения людей основными материальными благами постепенно снижается, необходимость максимизации их потребления заменяется новым критерием общественного развития – производства и потребления интеллектуально-духовных благ.

Исходя из этого, многие ученые доказывают, что основным источником прибыли (прибавочной стоимости) в сегодняшних условиях является не прибавочный труд наемных работников, а научно-технический прогресс как продукт человеческого интеллекта [4,5,7]. Причем ускорение его предполагает постоянную опору на развитие интеллекта человеческого сообщества. В новых условиях за материально-вещественной частью прибыли остается, по существу, функция ресурсного обеспечения совокупной прибыли человеческого сообщества.

Таким образом, процесс производства или взаимодействия факторов по изготовлению продукции предполагает в целях максимизации прибыли организация на предприятиях оптимального

механизма управления на основе эффективной капитализации полученных экономических результатов и рационального управления его капиталом и, прежде всего, таким его центральным элементом, как человеческий капитал.

В свою очередь, Ф. Нойман и Э. Флэмхольц, разработавшие базовые положения концепции анализа человеческих ресурсов, определяли три основные задачи управления человеческим капиталом любой компании [8]:

- предоставление руководителям методик количественного определения стоимости человеческих ресурсов компании;
- формирование управленческого подхода, при котором кадры предприятия надо рассматривать не как источник расходов, которые нужно минимизировать, а как ценные активы, которые следует оптимизировать;
- аккумуляция и мониторинг данных, способствующих принятию грамотных и эффективных решений по управлению человеческим капиталом.

Что касается российских ученых, они всегда проявляли большой интерес к человеку и живому труду в производственном процессе. В трудах М.В. Ломоносова, И.К. Бабета, И.Т. Посошкова, К.П. Победоносцева, Ю.А. Кулаковского, В.Г. Щеглова, А.И. Чупрова, Л.Л. Гавришева и других нашли отражение глубокие идеи о важности народного образования, его величайшей социальной и экономической ценности для страны, о наличии тесной связи между грамотностью населения, его профессионально-отраслевой структурой, заработком работника и благосостоянием государства. Эту же мысль емко и лаконично воспроизвел академик Петербургской Академии наук (1895) И.И. Янжул: «Будет Россия образованна, будет и богата». Вопросы экономики образования и воспроизводства рабочей силы плодотворно занимались С.Г. Струмилин, В.П. Корчагин, С.Л. Костянян, Ю.М. Толопыгин, И.А. Машинский, Л.Я. Громберг, Ф.М. Волков, М.В. Солодков, В.Ф. Майер, В.И. Басов, В.Е. Комаров, Г.А. Егиазарян и др.

С точки зрения Г. Беккера и Т. Шульца человеческий капитал с одной стороны соотносится с вещественным капиталом, а с другой – с природными ресурсами [3]. То есть, человеческий капитал имеет двойственную природу – и в этом состоит его своеобразие. В своем первоначальном виде человек, как и природные ресурсы, не приносит дохода, только после соответствующей обработки, считают авторы теории человеческого капитала, человек может приобрести качества капитала. Ряд авторов полагает, что между человеческим капиталом и

вещественным капиталом нет принципиальных различий. Израильский экономист И. Бен-Порт предлагает понимать категорию «человеческий капитал» как «фонд, функция которого производство трудовых услуг в общепринятых единицах рабочего измерения и который в этом своем качестве аналогичен любой машине как представительнице вещественного капитала».

По утверждению авторов теории человеческого капитала в связи со значительным ростом вложений в него существенно меняется структура заработной платы, большая часть которой теперь является продуктом человеческого капитала, а не труда. По мнению американских экономистов Г. Беккера и Ц. Гриличеса, человека можно рассматривать как комбинацию одной единицы простого труда и известного количества воплощенного в нём человеческого капитала. Соответственно, и заработную плату можно рассматривать как сочетание рыночной цены его «сырого» (необработанного) труда и процентного дохода от вложенных в человека инвестиций.

Сегодня человеческий капитал часто воспринимается как «образование, квалификация, приобретенная работником в процессе производства, знания и навыки, воплощенные в рабочей силе» [4], или как «капитал в виде умственных способностей, полученный через формальное обучение или образование, либо через практический опыт» [5]. Такие определения не формируют понимания и не предоставляют объяснения роли и места человеческого капитала в современной системе социально-экономических отношений, что мешает комплексно подойти к вопросам его формирования, накопления и использования в условиях инновационной экономики.

Поэтому можно согласиться с высказыванием Б. Генкина, что «категория «человеческий капитал» являет собой понятие философско-социальное, так как нет ни одного аспекта человеческого существования, которое не подпадало бы под это определение» [9].

Расширенное толкование категории «человеческий капитал» предоставляет, в частности, А.И. Добрынин, предлагая рассматривать человеческий капитал как «имеющийся у человека запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотивации, которые содействуют росту его производительности труда и влияют на рост доходов» [10].

Интересной представляется еще одна углубленная трактовка человеческого капитала, которая рассматривает его как «совокупность экономических отношений, возникающих в общественном производстве между его субъектами по поводу формирования, развития и совершенствования способностей человека» [7]. Научная значимость

данного определения заключается в акцентировании внимания на том факте, что капитал есть прежде всего отношения – отношения как между индивидами, так и отношение людей к средствам и предметам труда, а также к природной среде. К тому же следует помнить, что в инновационно-ориентированной рыночной системе в совокупность отношений следует включать и отношения персонала к клиентам, партнерам и прочим субъектам инновационной бизнес-среды, а также к самому себе как к личности, индивидууму, наделенному уникальными способностями и умениями, продуцирующему различные инновации.

Таким образом, нельзя не согласиться с мнением большинства авторов теории человеческого капитала о том, что отдача от инвестиций в него может быть гораздо большей, чем в материально-вещественный капитал.

Сегодня человеческий капитал можно обозначить как качественно новую, можно сказать, инновационную категорию, вобравшую в себя эволюцию производственных и общественных отношений, прогресс теории и практики менеджмента в соответствии с изменениями в социуме, природе и сознании современного человечества, стремительно идущего по пути инновационного развития.

Обобщая вышеизложенные подходы к рассмотрению сущности категории «человеческий капитал», можно констатировать следующее. В условиях инновационного развития человеческого капитал можно понимать как совокупность социально-экономических отношений индивида в процессе производства, реализации и потребления благ с другими индивидами и их группами, с предметами и средствами труда, а также с другими видами капитала в инновационной бизнес-среде, формирующих его уникальный ресурс, способный приносить доход.

Статья подготовлена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова

Список литературы:

1. Божков Ю.Н. Инновационная бизнес-среда и ее влияние на систему управления человеческим капиталом промышленного предприятия // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №5 С. 281-285.
2. Божков Ю.Н. Формирование инновационной системы управления человеческим капиталом промышленного предприятия: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Белгород, 2015. 24 с.
3. Беккер Г. Человеческий капитал (главы из книги). Воздействие на заработки инвестиций в человеческий капитал // США: экономика, политика, идеология. 1993. № 11-12.
4. Критский М.М. Человеческий капитал. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 120 с.

5. Михайлова А.М., Пронина Е.Ю. Экономическая природа интеллектуального капитала и его взаимосвязь с человеческим капиталом // Вестник самарского государственного экономического университета. 2013. № 5 (103). С. 85-89.
6. Воронин В.П., Осенева О.В. Управление человеческим капиталом на основе процессного подхода в интересах инновационного развития // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. 2011. № 11. С. 45-47.
7. Щетинина Е.Д., Кравченко Л.Н., Слабинская И.А. Формирование механизма управления интеллектуальным капиталом промышленного предприятия. Белгород: Изд-во БГТУ, 2007. 176 с.
8. Нойманн Ф. Методика экономической оценки человеческого капитала // Государственное управление: трансформационные процессы в современном мире: тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. Минск, 2002. С. 98-102.
9. Генкин Б.М. Экономика и социология труда : учебник. М.: Норма, 2009. 464 с.
10. Добрынин А.Н., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитивной экономике. СПб.: Наука, 1999. 309 с.

МЕТОДИКА СЕГМЕНТИРОВАНИЯ КЛИЕНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Глизицуин Д.В., аспирант

Липецкий технический университет

Выделение целевых сегментов клиентов требуется при решении различных управленческих задач организации. Сегментирование выполняется в пространстве некоторых признаков с использованием формальных математических методов.

Из полученных сегментов выбираются те, которые имеют достаточный объем, соответствуют условиям внешней перспективности и внутренних возможностей компании. И для каждого из них разрабатывается своя стратегия управления.

Например, при стратегическом планировании бизнеса важна задача планирования новых товаров, удовлетворяющих потребности некоторых сегментов целевой аудитории. Выявленные в ходе маркетингового исследования потребности и будут использованы как признаки для дальнейшего сегментирования для более точной фокусировки управляющих воздействий.

При текущем управлении возникает задача повышения ценности товаров и форм обслуживания в глазах клиентов, позволяющая управлять ценовой политикой компании. Для выявления возможных выгод людей и использования их как признаков сегментирования здесь проводится анализ данных анкетирования клиентов.

Таким образом, сегментирование реальных и потенциальных клиентов организации – это такая их классификация, в которой желательно иметь представление о сущности полученных сегментов и использовать это представление для эффективного управления бизнесом. Но на практике выделяемые сегменты часто не содержат такой сущности, то есть классификация получается формальной, и не улучшает качество решаемых с ее использованием задач управления бизнес-процессами.

Предлагаемая методика сегментирования базируется на известных принципах выбора пространства признаков для целей классификации [1, 2], адаптированных нами под особенности социальных систем, объектами которых являются люди. Методика содержит четыре этапа.

На первом этапе формируется верхний уровень классификации, который определяют первичные признаки – наиболее важные для решаемой задачи управления. Они независимы, их число невелико.

Здесь мы предлагаем использовать независимые психологические дихотомии, на которых строятся психологические типологии [3]. Таким образом, на верхнем уровне целевая аудитория оказывается разделенной на классы по психотипам. На наш взгляд, наиболее удобны типологии из четырех (в пространстве двух независимых дихотомий) или восьми (в пространстве трех независимых дихотомий) психотипов.

На втором этапе для каждого класса объектов, выделенного на верхнем уровне, из числа полученных в ходе анкетирования клиентов поведенческих переменных (вторичных признаков) выбираются наиболее сильно связанные между собой. Критерием выбора считаем коэффициент связности переменной превышающий заданное нижнее пороговое значение, определяемый следующим образом.

Пусть $R = (r_{ij})$, $i=1, m$, $j=1, m$ - матрица парных коэффициентов ранговой корреляции Спирмена поведенческих переменных; m - количество измеренных поведенческих переменных;

$P = (p_{ij})$, $i=1, m$, $j=1, m$ - матрица p -уровней коэффициентов ранговой корреляции Спирмена поведенческих переменных.

Введем коэффициент связности i -той поведенческой переменной учитывающий силу и значимость ее связей с остальными поведенческими переменными и определим его по формуле:

$$k_i = \sum_{j=1}^m |r_{ij}| (1 - p_{ij}).$$

На третьем этапе для сильно связанных вторичных признаков проводим процедуру факторного анализа для обнаружения скрытых предпочтений представителей исследуемого класса объектов.

И на четвертом этапе для каждого полученного компонента методом кластерного анализа с использованием EM-алгоритма выделяем кластеры, объектам которых свойственно различное поведение в смысле решаемой задачи управления. Среди них выбираем те сегменты, которые представляют управленческий интерес.

Рассмотрим практический пример использования предложенной методики. Решалась задача формирования отвечающих запросам целевой аудитории учебных курсов в школе ногтевого сервиса. Компетенции мастера включают множество производственных и художественных навыков. На практике разные мастера осваивают и применяют в работе разные навыки. Было необходимо выделить сегменты мастеров по отношению к их профессиональным потребностям, овеществленным в учебных курсах.

В ходе исследования были проанкетированы 186 мастеров, посещавших ознакомительные семинары и проходивших обучение в школе ногтевого сервиса в г. Липецке. Собранные анкеты позволили:

- выполнить диагностику психотипов испытуемых по типологии мотивационных состояний [4], элементы которой (психотипы) характеризуются разным отношением к образовательным программам;

- заполнить матрицу наблюдений поведенческих переменных, в число которых вошли сведения об имеющихся у испытуемых производственных (11 переменных) и художественных (6 переменных) навыках и их отношении к обучению по шкале: мне это не надо – хочу научиться – умею в достаточной степени – хочу повысить квалификацию.

Математическая обработка собранных анкетных данных выполнялась в статистическом пакете программ IBM SPSS Statistics Subscription.

На верхнем уровне было выделено четыре класса объектов – носителей психотипов: «сильно мотивированные» – 44 чел, «слабо мотивированные» - 38 чел, «слабо демотивированные» - 56 чел. и «сильно демотивированные» - 48 чел.

Дальнейший ход исследования рассмотрим на примере класса слабо мотивированных мастеров.

Для поведенческих переменных были посчитаны матрица парных корреляций и введенный выше коэффициент связности. Из 34 исходных переменных были выделены 13 наиболее сильно связанных друг с другом и использованы в процедуре факторного анализа. Факторный анализ выполнялся методом главных компонент с вращением «варимакс». Его результаты представлены в таблице.

Как видим, слабо мотивированные мастера основным содержанием своей профессии считают собственно процедуры маникюра и педикюра в их медицинском смысле. Необходимость владения техниками покрытия ногтей, оформления и дизайна для них менее очевидна.

Мастерам нравится технологичность процедур, возможность работать по шаблону. Отвечающие этим критериям компетенции объединились в первом компоненте. Также присутствует потребность творчества в форме акварели и аквариумного дизайна, объединившиеся во втором компоненте. Третий компонент подтверждает отношение носителей этого психотипа к обучению в целом – они готовы учиться только тому, что им нравится. Аппаратный маникюр с покрытием гель лаком – это и популярные техники практикующих мастеров, и желаемый образ мастера.

Таблица - Повернутая матрица компонентов слабо мотивированных мастеров

Признаки сегментирования КМО = 0,721	Компонент		
	1 (51% дисперсии)	2 (13% дисперсии)	3 (9% дисперсии)
Отношение к обучению:			
Дизайн	0,534	0,309	-0,300
Аппаратный педикюр	0,601	0,643	0,190
Классический педикюр	0,624	0,621	0,224
Аппаратный маникюр	0,688	0,545	0,059
Классический маникюр	0,699	0,471	-0,070
Покрытие гель лаком	0,841	0,214	-0,215
Френч гель лаком	0,846	0,333	-0,076
Покрытие лаком	0,785	0,139	-0,040
Градиент гель лаком	0,735	-0,062	-0,318
Аквариумный дизайн	0,193	0,830	-0,268
Акварель	0,116	0,793	-0,377
Используемые навыки:			
Аппаратный маникюр	-0,203	-0,093	0,804
Покрытие гель лаком	-0,022	-0,125	0,769

Кластерный анализ переменных, вошедших в первый компонент, позволил выделить три сегмента мастеров.

В первый сегмент (52%) вошли мастера, владеющие исследуемыми техниками в достаточной степени. С точки зрения школы этот сегмент не представляет интереса.

Во второй сегмент (31%) вошли мастера, большая часть которых желает повысить квалификацию в технике градиента и треть - в технике рисования френча гель лаком.

В третьем сегменте (16%) все мастера хотят повысить квалификацию при работе с гель лаком и рисовании френча.

Кластерная модель по художественным техникам включала три кластера. В первом кластере (50%) мастера не считают нужными для себя эти умения, то есть не являются целевой аудиторией школы. Во втором кластере (39%) мастера хотят научиться работать акварелью и освоить аквариумный дизайн. Мастера, вошедшие в третий кластер (11%) хотят повысить квалификацию по обоим техникам.

Результатом проведенного исследования стал перечень учебных курсов, вошедших в программу школы. Фрагмент программы курсов,

актуальных для слабо мотивированных мастеров представлен на рисунке.



Рисунок - Учебные курсы, отвечающие запросам слабо мотивированных мастеров ногтевого сервиса г. Липецка

Применение методики сегментирования клиентов организации при планировании ее услуг позволило получить содержательные сегменты клиентов и объяснить это содержание. Таким образом, использование психологической типологии наряду с методами факторного и кластерного анализа позволило выделить существенные сегменты клиентов путем математического моделирования.

Список литературы:

1. Субботин А.Л. Классификация. М.: РАН, Институт философии, 2001. 94 с.
2. Любищев А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов. М.: Наука, 1982. 281 с.
3. Рейнин Г. Тайны типа. Модели. Группы. Признаки. М.: Черная белка, 2010. 296 с.
4. Глизнунин Д.В. Феномен демотивации начинающих предпринимателей // Вестник Московского государственного областного университета. 2017. № 1. Режим доступа: www.vestnik-mgou.ru.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАЧИСЛЕННЫХ И УПЛАЧЕННЫХ НАЛОГОВ В ДОХОДАХ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ НА УРОВНЯХ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ И СУБЪЕКТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дорошенко Ю.А., д-р экон. наук, профессор,
Воронин С.П., аспирант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Проведен анализ абсолютных и относительных показателей основных начисленных и уплаченных налогов в доходах Российской Федерации и Белгородской области. Предложены теоретические и методологические принципы исследования структуры доходов и их отдельно взятых видов. Сделаны выводы о роли различных налогов в формировании консолидированных доходов бюджетов национальной экономики и субъектов федерации.

Ключевые слова: начисленные и уплаченные налоги, сравнительный налоговый анализ, доходы предприятий, структура уплаченных налогов.

Необходимость формирования сбалансированного бюджета страны и регионов требует совершенствования налогового анализа, поскольку сохраняется возможность недоначисления всех видов налогов предприятиями и недополучения этих налогов бюджетами всех уровней [7]. Разработка теоретических и методологических принципов анализа начисленных и уплаченных налогов хозяйствующих субъектов может обеспечить наращивание налогооблагаемой базы в рамках Налогового кодекса РФ без ущерба для предприятий и со значительной пользой для бюджетов всех уровней.

В настоящее время активизировалось внимание исследователей к анализу и интерпретации финансовой и бухгалтерской отчетности организаций в интересах решения их проблем различного плана. Ряд работ посвящен новым методам контроля и анализа бухгалтерской отчетности [1], некоторые авторы концентрируются на региональных аспектах налогообложения имущества организаций в РФ [2], определенное количество трудов затрагивает изучение проблем администрирования налога на прибыль организаций [5]. Вместе с тем, налоговый анализ доходов хозяйствующих субъектов в стране и регионах пока еще не получил должного отражения в научной литературе.

Для понимания направлений разработки принципов сравнительного налогового анализа доходов хозяйствующих субъектов проанализируем структуру доходов Российской Федерации с точки зрения абсолютных показателей начисленных и уплаченных основных налогов в этих доходах (табл. 1) [3, 4].

Таблица 1 - Абсолютные показатели начисленных и уплаченных налогов в доходах консолидированного бюджета Российской Федерации, млрд. руб.

	2012	2013	2014	2015	2016
Доходы всего	23435,1	24442,7	26766,1	26922,0	28181,5
из них:					
налог на добавленную стоимость на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации	1886,4	1868,5	2188,8	2448,5	2657,7
налог на прибыль организаций	2355,7	2071,9	2375,3	2599,0	2770,3
налоги на имущество	785,5	900,7	957,5	1068,6	1117,1

Анализ показывает, что в 2012-2016 годы доходы консолидированного бюджета РФ выросли в 1,20 раза, при этом поступления налога на добавленную стоимость на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации увеличились в 1,41 раза, налога на прибыль организаций - в 1,18 раза, налогов на имущество – в 1,42 раза. В табл. 2 представлены доли рассмотренных видов налогов в формировании доходов консолидированного бюджета Российской Федерации. Как видно, совокупная доля налогов на добавленную стоимость на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации, на прибыль организаций и на имущество в доходах консолидированного бюджета увеличилась в 2012-2016 годы с 21,45 % до 23,22 %, что указывает на усиление роли данных налогов в бюджетном процессе. Интересно, что при этом доля налога на прибыль организаций снизилась с 10,05 % в 2012 году до 9,93 % в 2016 году, а удельный вес налогов на имущество,

наоборот, увеличился соответственно с 3,35 % до 3,96 %, что подтверждает сделанный вывод о повышении значения данного налога для формирования консолидированного бюджета РФ.

Таблица 2 - Доли отдельных видов начисленных и уплаченных налогов в доходах консолидированного бюджета Российской Федерации, в процентах

	2012	2013	2014	2015	2016
Доходы всего	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
из них:					
налог на добавленную стоимость на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации	8,05	7,64	8,17	9,09	9,43
налог на прибыль организаций	10,05	8,48	8,87	9,65	9,83
налоги на имущество	3,35	3,68	3,57	3,96	3,96

Таблица 3 - Абсолютные показатели начисленных и уплаченных налогов в доходах консолидированного бюджета Белгородской области, млрд. руб.

	2012	2013	2014	2015	2016
Доходы всего	78,1	77,3	77,6	81,1	82,1
из них:					
налоги на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации	3,2	4,0	3,9	4,6	7,7
налог на прибыль организаций	19,2	13,6	11,2	11,5	12,1
налоги на имущество	9,6	10,8	11,6	12,7	12,1

На уровне одного из субъектов Российской Федерации, конкретно Белгородской области анализ абсолютных показателей начисленных и уплаченных налогов в структуре доходов его консолидированного

бюджета произведем на основе данных табл. 3 [6]. Данные табл. 3 иллюстрируют тенденции в формировании доходов консолидированного бюджета Белгородской области в 2012-2016 годы. Совокупные доходы бюджета были подвержены колебаниям, но выросли в 1,05 раза, налоги на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации, в составе которых учитывается налог на добавленную стоимость выросли в 2,41 раза, налог на прибыль организаций существенно сократился с 19,2 млрд. руб. до 12,1 млрд. руб., наоборот налоги на имущество увеличились в 1,26 раза. Это еще раз подтверждает значимость налогов на имущество в формировании доходов консолидированного бюджета любого субъекта федерации. В табл. 4 даны результаты расчетов долей начисленных и уплаченных налогов в доходах консолидированного бюджета Белгородской области. Анализ показывает, что совокупная доля налогов на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации, на прибыль организаций и на имущество в доходах консолидированного бюджета Белгородской области снизилась в 2012-2016 годы с 45,87 % до 31,90 %, что указывает на снижение роли данных налогов в бюджетном процессе субъекта федерации.

Таблица 4 - Доли отдельных видов начисленных и уплаченных налогов в доходах консолидированного бюджета Белгородской области, в процентах

	2012	2013	2014	2015	2016
Доходы всего	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
из них:					
налоги на товары (работы, услуги) реализуемые на территории Российской Федерации	4,09	5,17	5,03	5,67	9,38
налог на прибыль организаций	24,58	17,59	14,43	14,18	14,74
налоги на имущество	12,29	13,97	14,95	15,66	14,74

Главную роль в этом сыграло снижение доли налога на прибыль организаций с 24,58 % в 2012 году до 14,74 % в 2016 году, в то же время удельный вес налогов на имущество увеличился соответственно 12,29 % до 14,74 %, значение данного налога для формирования консолидированного бюджета Белгородской области растет.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы. Если для национальной экономики в целом важнейшим для формирования консолидированного бюджета является налог на добавленную стоимость, то ключевую роль в формировании консолидированных доходов бюджетов субъектов федерации играют налог на прибыль организации и налоги на имущество, администрирование этих налогов требует совершенствования теоретических и методологических принципов сравнительного налогового анализа доходов хозяйствующих субъектов на уровне национальной экономики и субъектов РФ.

Список литературы:

1. Богатырев Ю.С. Новые методы контроля и анализа бухгалтерской отчетности на службе налоговых органов / Ю.С. Богатырев, Д.Н. Сулейманов, Е.С. Горбатко // *Налоги и налогообложение*. – 2017. - № 9. – С. 54-69.
2. Иманшалиева М.М. Региональные аспекты налогообложения имущества организаций в России на современном этапе (на примере республики Дагестан) / М.М. Иманшалиева // *Налоги и налогообложение*. – 2017. - № 8. – С. 27-41.
3. *Российский статистический ежегодник*. 2016: Стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 725 с.
4. *Российский статистический ежегодник*. 2017: Стат. сб. / Росстат. – М., 2017. – 686 с.
5. Рошупкина В.В. Анализ проблем администрирования налога на прибыль организаций в условиях финансовой неопределенности (на материалах Ставропольского края) / В.В. Рошупкина // *Налоги и налогообложение*. – 2016. - № 10. – С. 803-809.
6. *Статистический ежегодник*. Белгородская область. 2017: Стат. сб. - Белгород: Белгородстат, 2017. – 524 с.
7. Doroshenko Y.A. Modernization of model for initiation of investment projects as a factor of balanced maintenance of region's investment-innovational activity / Y.A.Doroshenko, S.M. Bukhonova, I.V. Somina, A.V. Manin // *Journal of Applied Engineering Science*. - 2014. - Volume 12. - № 4. - P.265-272.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ДОНБАССКОГО РЕГИОНА

Иванов М. Ф., д-р экон. наук, доцент,
Седых Е. И., магистрант,
Романчак А. А., магистрант
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. В статье дается представление о современном состоянии жилищно-коммунального хозяйства региона; рассмотрены основные проблемы, возникающие в данной отрасли. Предлагается ряд перспективных направлений повышения эффективности развития жилищно-коммунального хозяйства, которые позволят преодолеть названные проблемы в Донбасском регионе.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, жилищный фонд, реформирование в сфере ЖКХ, стратегическое планирование, жилищно-коммунальные услуги, реформы, рынок, услуги.

Формулировка проблемы. В настоящее время предприятия жилищно-коммунального хозяйства(ЖКХ) Донбасского региона не могут эффективно работать в рыночных условиях и предоставлять потребителям услуги надлежащего уровня и качества. Необходимость повышения эффективности предприятий отрасли требует разработки научно обоснованных программ реформирования ЖКХ, реализация которых будет способствовать как повышению их эффективности, так и решению социально-экономических проблем Донбасса в целом.

Анализ последних исследований и публикаций. Основой для исследования данных вопросов являются фундаментальные труды по теории общественных благ и общественного сектора экономики таких зарубежных авторов как Дж.Хикс, Н.Калдор, А.Бергсон, Т.Скитовскы, Г.Хотеллинг. Дальнейшее развитие эта теория нашла в трудах Г. Линдал, Ф. Эджуорт, Э.Аткинсона, Дж. Стиглиц. [5] Вопросами теории общественных и частных благ занимались такие отечественные ученые как Е. Жильцов, Е. Егоров, В. Кошкин, Л. Якобсон и др. [4] Однако вопросы преодоления противоречий и согласования экономических интересов в сфере производства общественных и частных благ недостаточно исследованы в качестве самостоятельного предмета в отечественной научной литературе. Вместе с этим остаются недостаточно исследованными вопросы рассмотрения жилищно-

коммунальных услуг как общественных и частных благ, особенно в условиях неопределенности, что и обусловило цель и задачи данной статьи.

Цель. Целью статьи является разработка решений проблем развития предприятий жилищно-коммунального хозяйства Донбасского региона в условиях неопределенности.

Основной материал. Жилищно-коммунальное хозяйство - это важная социальная отрасль, которая обеспечивает население, предприятия и организации необходимыми жилищно-коммунальными услугами, существенно влияет на развитие экономики государства. Предприятия жилищно-коммунальной отрасли относят к жизнеобеспечивающей инфраструктуре городов, регионов и государств; их деятельность имеет важнейшее значение, как для населения, так и для регионов и государств в целом.

В современных условиях жилищно-коммунальная сфера городских и региональных хозяйств является одной из приоритетных направлений исследования, как в любой стране, так и в странах, находящихся в условиях неопределенности региональной экономики. Проблемы предоставления жилищно-коммунальных услуг как особых благ, необходимых в любых условиях и на любом уровне развития социально-экономической системы общества, сегодня становятся особенно значимыми. Именно это делает анализ данных проблем в современных условиях особенно актуальным.

Политические факторы неопределенности, отсутствие макроэкономической стабилизации, четкой методологии прогнозирования в условиях неопределенности, недостаточно развитый уровень государственного управления бюджетными средствами не дают возможности достичь достойных результатов в деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства Донбасского региона.

В большинстве предприятий ЖКХ Донбасса наблюдается устарелость основных фондов, что связано с тем, что подавляющее их часть была накоплена еще с советских времен, а переоснащение требует очень больших затрат бюджетных средств, которые отсутствуют. Недофинансирование эксплуатационной деятельности предприятий ЖКХ Донбасского региона не только не дает возможности внедрять новейшие ресурсосберегающие технологии и оборудование, а и вообще обеспечивать функционирование предприятий на существующем уровне. Все перечисленное приводит не только к повышению фактической стоимости предоставляемых предприятиями услуг, но и к постепенному ухудшению их качества. С этим явлением сталкивается

экономика городов Донбасса. На данный момент единого подхода к решению проблемы так и не разработано. В условиях неопределенности военно-политических условий деятельности, обеспечение эффективного функционирования предприятий ЖКХ является одним из ключевых аспектов выживаемости Донбасского региона.

Важнейшей стратегической целью реформирования ЖКХ регионов в целом является повышение качества жизни населения путем улучшения жилищных условий, сохранности жилищного фонда и повышения уровня жилищно-коммунального обслуживания граждан в соответствии с действующими стандартами качества. Стратегическое планирование деятельности предприятий региона позволяет реализовать поставленные цели с учетом возможностей и перспектив развития, скоординировать деятельность всех подразделений предприятия в направлении повышения эффективности его функционирования, оптимизировать ресурсный потенциал предприятий [3].

Стратегическое планирование представляет собой комплекс действий и решений, руководства предприятия, направленные на достижение поставленных целей[2]. Внедрение в практику стратегического планирования деятельности предприятий региона требует разработки специальных методических рекомендаций, которые будут включать в себя этапы разработки стратегических планов с учетом особенностей функционирования предприятий ЖКХ, а также методику расчета основных показателей деятельности таких предприятий и др.

Можно определить следующие основные этапы стратегического планирование деятельности предприятий ЖКХ Донбасского региона в условиях неопределенности:

- определение основной цели деятельности предприятия. Следует отметить, что цель должна быть конкретной, достижимой, измерительной, гибкой и иметь временные сроки;
- анализ внешней и внутренней среды предприятия с целью определения факторов, влияющих на его деятельность и разработки мер по преодолению негативных факторов и поддержки развития факторов, способствующих улучшению деятельности предприятия;
- разработка альтернативных направлений развития деятельности предприятия;
- оценка и выбор направления развития предприятия в соответствии с его возможностями и потенциалом;

- внедрение выбранной стратегии деятельности;
- контроль по реализации стратегии;

Экономическое развитие предприятий ЖКХ Донбасского региона в условиях неопределенности предусматривает:

- реструктуризацию и ликвидацию задолженности в сфере жилищно-коммунального хозяйства;
- преодоление убыточности жилищно-коммунального хозяйства в регионе;
- обеспечение стабильного и достаточного текущего финансирования производства жилищно-коммунальных услуг.

Для улучшения финансовой ситуации в жилищно-коммунальном хозяйстве Донбасса в условиях неопределенности необходимо:

1. перейти на договорные отношения со всеми службами, обслуживающих жилой фонд, что позволит повысить уровень конкурентоспособности услуг и, как следствие, сбалансирует соотношение «цена – качество»;
2. провести инвентаризацию задолженности и расходов предприятий жилищно-коммунального хозяйства;
- 3 . разработать порядок реструктуризации и ликвидации задолженности в жилищно-коммунальном хозяйстве региона;
4. составить акты проверки задолженности со всеми кредиторами и дебиторами;
5. разработать стандартные формы для учета и контроля за состоянием задолженности.

Работу по инвентаризации и реструктуризации бюджетной задолженности в жилищно-коммунальном хозяйстве Донбасса необходимо выполнить в первую очередь. Для этого в каждом городе и районе стоит создать комиссии по рассмотрению вопросов погашения задолженности за жилищно-коммунальные услуги под руководством Главы местной администрации. В состав комиссии должны входить руководители предприятий жилищно-коммунального хозяйства и представители общественных организаций.

В конце также необходимо отметить, что основными критериями, которые создадут достаточный уровень финансирования деятельности предприятий жилищно-коммунального хозяйства Донбасского региона являются:

1. обеспечение 100% оплаты потребителями стоимости производства услуг;
2. совершенствование системы предоставления льгот и субсидий по оплате жилищно-коммунальных услуг;

3. государственная поддержка модернизации жилищно-коммунального хозяйства, как путем выделения бюджетных денег, так и формирования финансовых инструментов предоставления гарантий на инвестиции, в том числе иностранных;

4. формирование финансово-кредитной системы развития и модернизации жилищно-коммунального хозяйства на территории местного самоуправления, механизма привлечения и возврата краткосрочных и долгосрочных кредитов и инвестиций.

Выводы. Итак, можно подытожить, то в условиях неопределенности перед предприятиями ЖКХ Донбасского региона стоит задача по поддержанию и повышению эффективности своего функционирования. Для этого необходимо разработать и внедрить комплекс организационных, экономических и технических мероприятий в системе стратегического планирования в регионе, которые будут базироваться на анализе потенциальных возможностей и угроз деятельности этих предприятий, включать инвестиционную составляющую и будут четко отражены в стратегическом плане развития ЖКХ Донбасса.

Список литературы:

1. Басалай С.И. Механизмы управления финансовыми ресурсами корпораций. –М.: «ГДДС Столица-8», 2001. – 166 с.
2. Кравцова Л.В. Стратегічне планування розвитку підприємств житлово-комунального господарства // Вісник Хмельницького національного університету – 2009 - №3 –с.125-127
3. Ахинов Г.А., Жильцов Е.Н. Экономика общественного сектора. –М.: ИНФРА-М, 2008. – 345 с.
4. Якобсон Л.И. Экономика общественного сектора: основы теории государственных финансов. – М.: Издательство: Аспект-Пресс, Гриф Гос. комитета РФ по высш. Образованию, 2002. – 319 с.
5. Аткинсон Э.Б., Стиглиц Дж. Лекции по экономической теории государственного сектора. М., 1995. – 430с.

ПРОДВИЖЕНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ УСЛУГ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ. SEO – ОПТИМИЗАЦИЯ И SMM

Иванова Т. В., канд. экон. наук, доцент,
Зубарева Н.Д., магистрант

Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова

Аннотация. Стремительное развитие современных информационных технологий значительно влияет на методы продвижения предприятий как в сфере промышленного производства, так и в сфере услуг. Туроператоры и туристические агентства – не исключение. В статье рассмотрены самые популярные методы продвижения туристических услуг в сети Интернет.

Ключевые слова: интернет, туристические услуги, веб-сайт, SEO – оптимизация, SMM, баннерная реклама.

По итогам весны 2010 года в России насчитывалось 43,3 млн. интернет - пользователей (тех, кто выходил в Интернет хотя бы раз за последний месяц), недельная аудитория 39,2 млн. человек, а ежедневная — 29,4 млн. На 24 марта 2019 года, по данным ВЦИОМ, пользовались интернетом 80% совершеннолетних россиян, причем 66% опрошенных - практически ежедневно. Новая виртуальная реальность представляет собой яркую характеристику повседневной жизни современного человека и выступает важным фактором изменений, в том числе и в сфере туризма. Сегодня осуществление туристической деятельности практически невозможно без применения Интернет - технологий. Для продвижения туристических услуг используются как традиционные методы, так и методы интернет – маркетинга. К традиционным методам относится реклама в СМИ (радио, телевидение и пресса), наружная реклама, связи с общественностью, выставочная деятельность (также дегустации, распродажи), изготовление буклетов и каталогов. Интернет – маркетинг является достаточно новой практикой использования всех аспектов традиционного маркетинга в интернете.

Грамотное продвижение услуг в сети Интернет является залогом успешного существования любой туристической компании. Современный турист хочет получить качественный продукт здесь и сейчас – в режиме «одного окна» купить билет на самолет, забронировать номер в отеле, заказать трансфер и экскурсии. Предложить клиенту сразу несколько продуктов не выходя из дома, позволит веб – сайт туристической компании.

Создание веб - сайта – один из видов интернет – маркетинга. Для программиста веб - сайт – это набор файлов, написанных на определенном языке, для директора компании – это департамент отдела продаж, для Интернет – агентства – рекламная площадка.

Мероприятия по продвижению веб - сайта в сети – это комплекс действий, с помощью которых происходит привлечение новых посетителей на сайт, которые в перспективе превращались бы в реальных покупателей или становились бы постоянными посетителями информационного ресурса.

Поисковое (SEO – поисковая оптимизация) - это продвижение сайта в индексе поисковых машин (это определенный сервис, реализованный на специальном сайте, который позволяет пользователю Интернета найти необходимую ему информацию).

Непоисковое – это действия в Интернете, которые увеличивают посещаемость сайта за счет мероприятий, которые напрямую не связаны с поисковыми машинами. Некоторые виды непоискового продвижения:

- Работа с сайтом (улучшение, изменение или адаптации сайта под пользователя).
- Работа с сообществами.
- Вирусный маркетинг.
- Интернет-реклама.

Реклама в интернете выгодно отличается от традиционных средств рекламы. Интернет – реклама - это не всегда привлечение внимания аудитории к какому-либо сайту. Виды рекламы в интернете: баннерная реклама, контекстная реклама, скрытая реклама, e-mail рассылка, вирусная реклама, директ – реклама, реклама в социальных сетях.

Баннерная реклама - это размещение рекламоносителей на Интернет – порталах. Является наиболее распространенным видом Интернет – рекламы, но в последнее время ее эффективность имеет тенденцию к снижению. Это связано с увеличением количества Интернет – порталов, с перенасыщенностью рекламой многих популярных ресурсов, с появлением заметного количества рекламных кампаний, выполненных непрофессионально. Баннер может быть графическим и текстовым. Графический баннер обычно представляет собой статическое или анимационное изображение определенного размера. Текстовый баннер – это любой текст определенного размера, который содержит гиперссылки на рекламируемый сайт или на его определенные страницы. Следует учитывать, что посетитель заходит в интернет за получением информации, общением, развлечениями и он не

концентрирует свое внимание на рекламе. Если баннер способен очень быстро и четко донести до посетителя то, что ему предлагают и если это то, в чем заинтересован человек, то он переключит свое внимание на баннер. Располагать баннер лучше в верхней части сайта – это наиболее читабельное место, так как в этом случае он располагается ближе к навигационной линейке.

В настоящее время широкое распространение получили социальные сети, которые можно отнести к инструментам интернет – маркетинга. Люди проводят огромное количество времени, общаясь в социальных сетях, обмениваясь различными материалами: видео- и аудиозаписями. Социальные сети сближают, позволяют пересечь временные и территориальные барьеры, при этом являются относительно дешевым средством коммуникации.

Маркетинг в социальных сетях получил широкое распространение, и за ним закрепилась аббревиатура SMM (Social Media Marketing). Существуют следующие способы работы с целевой аудиторией в социальных сетях: таргетинг, сообщества, приложения, различные чаты и личные сообщения. Таргетированная реклама в социальных сетях называется «гипертаргетирование». Гипертаргетинг – это способность сайтов социальных сетей направлять рекламу целевой аудитории. Рекламодатель может отобрать профили пользователей на основании интересующих его критериев: возраст, пол, место проживания, образование, место работы, круг интересов и семейное положение.

SMO(Social Media Optimization) – комплекс технических мер, которые помогают максимально просто использовать контент сайта в сетевых сообществах. SMO условно делится на «черное» и «белое». Черное SMO напоминает спам (массовую рассылку коммерческой, политической или иной рекламы) и в ряде случаев вызывает отрицательную реакцию пользователей в социальных сетях. Белое SMO учитывает не только интересы компании, но и интересы пользователей социальных сетей.

Social Media Marketing отличается от Social Media Optimization тем, что SMO направлен непосредственно на преобразование контента сайта, а в SMM сайт не играет ключевой роли. SMM чаще всего используют при продаже информационных продуктов, например, аудиокниг, тренингов, электронных обучающих материалов и видеоуроков. Итак, цель SMM маркетолога сделать так, чтобы пользователи добровольно размещали на своих страницах и распространяли информацию о фирме или услуги самостоятельно. Чаще всего, контент, который передали с помощью социальных сетей, вызывает у потенциального потребителя

больше доверия в виду того, что люди склонны доверять своему окружению, которое в свою же очередь размещает на своих страницах определенный контент. Такая информация не воспринимается пользователями в качестве рекламы, и практически не вызывает отторжения. По-другому данную передачу информации можно называть «сарафанное радио».

Весомым аргументом в пользу SMM продвижения является то, что благодаря социальным сетям стало возможно точно воздействовать на целевую аудиторию. Присутствует возможность учитывать пол, возраст, место проживания потребителей. Также есть возможность тесно взаимодействовать с целевой аудиторией, получать обратную связь, и, следовательно, совершенствовать свой товар или услугу.

Маркетинг в социальных сетях включает в себя множество разнообразных методов работы. Самые популярные из них такие, как:

построение сообществ бренда; работа с блогерами; персональный брендинг; репутационный менеджмент; нестандартное SMM-продвижение.

В русскоязычном интернете, довольно мало платформ для работы SMM-специалистов, они же имеют наибольший охват аудитории среди российских пользователей, что в какой-то мере облегчает работу:

- Социальные сети – Вконтакте, Одноклассники, Мой Мир, Facebook, Instagram;
- Блогосфера – Twitter, Живой журнал;

На данный момент, социальные сети широко востребованы и пользуются большой популярностью. Их аудитория является достаточно привлекательной для маркетологов. Современное общество все больше становится на путь информационного общества, в приоритете встают информационные технологии. В таком обществе человек уже не может представить свою жизнь без Интернета, так как общение в социальных сетях стало частью человеческих отношений.

Таким образом, общими преимуществами продвижения продукта или услуги в сети Интернет, являются:

- Сравнительная доступность. Компании с относительно малым бюджетом имеют возможность эффективно продвигать на рынок свой продукт.
- Высокая информативность, так как интернет обладает колоссальными информационными возможностями. Интернет благодаря своему разнообразному наполнению, позволяет охватить совершенно любую целевую аудиторию.

- Диалог с аудиторией. Это одно из ключевых преимуществ интернет – маркетинга. Сеть позволяет организовать удаленный диалог с целевой аудиторией в режиме реального времени. Любая маркетинговая кампания в интернете оказывается более адресной и приносит более существенные результаты.

Список литературы:

1. https://wciom.ru/news/ratings/polzovanie_internetom/
2. Севостьянов И.О. Поисковая оптимизация. Практическое руководство по продвижению сайта в интернете. 3-е изд. –СПб.: Питер, 2016.- 272с.
3. Лебедева О.А. Интернет как конкурентное преимущество // Научный журнал.-2012.-№4(48). - с. 42-47
4. Лебедева О.А. Интернет как конкурентное преимущество//Научный журнал.-2012.-№4(48).-с.42-47
5. Данченко Л.А. Маркетинг в социальных медиа. Интернет – маркетинговые коммуникации: Учебное пособие. – СПб.: Питер,2013. – 288с.
6. Кудинов В.А. SMO, SMM, PR и брендинг в социальных сетях // Ученые записки: электронный научный журнал. – 2012. - №1(21). – С. 1-4.
7. Бондаренко В.А. Social media marketing: вопросы актуальности применения// научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2014.-Спецвыпуск №17.-С. 1-5.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ

Иванова Т.В., канд. экон. наук, доцент,
Малинов Д.Л., магистрант

Чувашский государственный университет им. И.Н.Ульянова

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные модели системы оценки персонала, которые широко распространены среди работодателей в современных условиях: «МВО», «KPI», «360 градусов», «Ассесмент-центр». Так же представлены этапы внедрения и необходимые условия для внедрения данных моделей.

Ключевые слова: оценка персонала, система KPI, повышение эффективности, структура заработной платы, методы оценки персонала

Оценка деятельности персонала, и особенно результатов деятельности, обязательно проводится в целях повышения производительности труда, увеличения продаж и получения наибольшей прибыли, то есть всегда преследует задачи развития организации.

Внедрение системы оценки в организациях происходит в несколько этапов:

- 1) Принятие решения о создании системы оценки в компании
- 2) Создание рабочей группы по разработке системы оценки
- 3) Выбор и разработка первого варианта системы, презентация топ-менеджменту
- 4) Техническая доработка системы и подготовка сопроводительных документов HR-менеджером
- 5) Информационная поддержка системы внутри компании, проведение обучающих семинаров
- 6) Возможная доработка системы с учетом замечаний среднего менеджмента
- 7) Проведение обучающих семинаров для сотрудников
- 8) Проведение оценки, как вариант, в пилотной группе
- 9) По прошествии года - подведение итогов, анализ успехов и неудач, возможная доработка системы

Применимость отдельных методов в компаниях разного типа:

МВО:

Необходимы условия: умение менеджеров давать обратную связь; умение самостоятельно ставить себе задачи.

КРІ:

Этот метод будет действовать: в молодых небольших компаниях, где система оценки внедряется впервые; в компаниях с традициями открытых коммуникаций, где менеджеры, пусть даже неформально, привыкли давать сотрудникам обратную связь; в компаниях, придерживающихся концепции непрерывного обучения и выделяющих большой бюджет на обучение.

КРІ нецелесообразен или преждевременен в компаниях, где: авторитарный стиль руководства.

«360 градусов»:

Необходимые условия: зрелый персонал и менеджмент, готовый к обратной связи; в компании люди хорошо знают друг друга, налажены все коммуникации. Сотрудники считают, что оценка является главным элементом для их развития, сами заинтересованы в ней.

Оценка ассесмент-центрами

Ключевые моменты для оценки ассесмент-центрами: постановка задачи; причины оценки данного сотрудника в данное время; выработка ясных и обоснованных критериев, обеспечивающих объективную оценку сотрудника разных категорий, от рядового менеджера до менеджера высшего звена; полное и своевременное информирования персонала о критериях оценки; обязательная регламентация процедуры оценки; необходимо определить персональный состав экспертов, обеспечивающих компетентную и независимую оценку; в соответствии с установленными компанией требованиями интерпретация и обработка данных; формулирование выводов: что показала оценка и какие действия следует предпринимать в отношении сотрудников; реализация управленческих решений в отношении сотрудников, прошедших оценку ассесмент-центрами.

Метод оценки ассесмент-центрами может применяться почти во всех управленческих ситуациях, которые требуют получения всесторонней, объективной и оперативной информации о деловых качествах сотрудника, за исключением некоторых случаев, где в соответствии с законодательными или другими нормативно-правовыми актами, применены иные методы оценки персонала являющиеся обязательными.

На практике применения методов оценки, объективность в как правило зависит от: обоснования выработки критериев; степени приемлимости шкалы оценок; от воздействия на процесс оценки человеческого фактора. Оптимальным вариантом оценочной шкалы является бальная шкала.

Привлекаемый к оценке эксперт должен обладать подтвержденной компетентностью, занимать в процессе выполнения кадровых прав абсолютно независимую позицию, для того, чтобы минимизировать влияние человеческого фактора на процесс.

Обязательно должна присутствовать мотивация эксперта. Если компания заинтересована в получении достоверной информации о деловых качествах своих сотрудников, она должна очень тщательно поработать над созданием системы мотивации, которая будет побуждать экспертов к вынесению объективных решений и суждений. Так же необходимо правильное количество экспертов. Необходимо чтобы оно не шло в ущерб компетентности экспертов, но в то же время не было неоправданно заниженным. Количество экспертов колеблется от 5-7 до 12, в зависимости от численности персонала.

В обязательном порядке разрабатывается комплекс мер для организации деловых качеств сотрудников, ему придается правовой статус за счет выпуска отдельного локального нормативного положения, устава, распоряжения и т.п. Где описан порядок реализации этих мер.

Обработка, анализ и интерпретация полученных данных является сложнейшим этапом. Для этого лучше всего использовать комбинированный метод, который сочетает ручную и автоматизированную обработку.

Таблица 1. Каналы информирования персонала

Каналы информирования персонала	
Основные	Вспомогательные
Печатные СМИ компании	Приказы и распоряжения
Прочие печатные издания	Вечера вопросов и ответов
Протокольные мероприятия	Правовая подготовка
Неформально общение	Открытия аттестации
Корпоративный веб-ресурс	Церемонии награждения

В более-менее простых случаях, где число чек-листов не превышает 5-7, обработку данных способен произвести три уполномоченных должностных лица, при помощи калькулятора. Один человек в определенной последовательности считает и проговаривает оценочные баллы, второй их фиксирует, а третий производит контроль правильность выполнения обработки. Удачным примером автоматизации этого процесса является редактор MS Excel, либо его аналог.

По итогам обработки, интерпретации результатов: ей предшествует тщательная проверка обработанных данных; её основа, это четкие критерии, прошедшие апробацию и зафиксированные в соответствующих документах; она должна создавать объективную основу для выводов, а не подменять их. Этап формулирование выводов, лучше всего провести в виде совещания, в котором участвуют эксперты, уполномоченные сотрудники службы по работе с персоналом, представители соответствующих структурных подразделений и представители руководства компании. На совещании происходит: (1) подведение общих итогов работы ассессмент-центра; (2) по окончании дополнительного обсуждения, принимаются решения на основе оценочных данных сотрудников с неоднозначной интерпретацией; (3) материалы, о прошедших процедуру оценки ассистент-центром сотрудников, группируются в соответствии. С системой интерпретационный критериев; (4) формируются выводы и рекомендации, в виде оценочного листа или его аналога, относительно содержания управленческих действий, целесообразных принятию в отношении сотрудников, отнесённых к соответствующим группам, руководству компании.

На практике, как правило, выводы состоят из рекомендаций касательно проведения аттестации соответствующих категорий сотрудников, так же для представления: к переводу на более высокооплачиваемую работу; направления на профессиональную переподготовку; применение мер дисциплинарного воздействия; процедуре установления соответствия квалификации для последующего перевода на другую работу, которую он может выполнять, или увольнение.

При определенных условиях эти выводы носят предписывающий, а не рекомендательный характер. Только если, совещание, в установленном порядке, наделено соответствующими полномочиями, закреплёнными документально. Они могут быть распространены на выводы: о отказе кандидату соискателю вакансии; о признании результата испытания, если в трудовом договоре содержатся условия о периодическом проведении испытаний; при проведении мероприятий по сокращению, признание сотрудника не имеющим преимущественных прав на сохранение прежней работы; о признании соискателя вакансии не выдержавшим испытание.

С юридической точки зрения при проведении такой процедуры и должном документированием её результатов, исключает возможность обжалования работником принятого работодателем решениями

неправомерного и необоснованного. В случае отказа в кандидатуре, претендент вакансии имеет право потребовать от работодателя письменно осведомить о причине отказа в заключении трудового договора, работодатель обязан выполнить данные требования.

Решения, принимаемые по результатам проведения ассесмент-центра: проведение подбора кандидата руководящую должность; обновление списков кадрового резерва.

Преимущества: (1) объективность оценки; (2) наиболее полное выявление соответствия работников корпоративной культуре организации; (3) элементы командообразования за счет контакта друг с другом при проведении оценки.

Недостатки: (1) большие расходы на покупку технологий или проведение ассесмент-центров; (2) процедура затрачивает много времени, на предварительный инструктаж уходит около 2 часов, на участие и анализ результатов тратится 1,5 – 2 дня; (3) при принятии обратной связи, существует высокая вероятность стресса, в особенности для надменных сотрудников.

Список литературы:

1. А.К. Клочков А.К. «КРІ и мотивация персонала: полный сборник практических инструментов». Москва.: Эскимо, 2013. – 103 с.
2. Е. Ветлужских «Мотивация и оплата труда. Инструменты. Методики. Практика». Москва.: Эскимо, 2017. – 124 с.
3. С. Иванова «Искусство подбора персонала: Как оценить человека за час». Москва: Альпина Паблишер, 2012. - 269 с.
4. Т.Ю. Базаров «Управление персоналом». Москва: Эскимо, 2014. – 115 с.

ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ОТРАСЛИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В РЕГИОНЕ: НА МАТЕРИАЛАХ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Кадацкая Д.В., канд. экон. наук, доцент,
Кикалишвили Д.Г., магистрант**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье исследованы основные тенденции развития малого предпринимательства в отрасли легкой промышленности на материалах Белгородской области. Представлена динамика индекса производства легкой промышленности, состав и структура субъектов малого предпринимательства, а также основные направления финансовой поддержки малого предпринимательства в Белгородской области.

Ключевые слова: малое предпринимательство, легкая промышленность, сильные стороны, финансовая поддержка

В настоящее время основой современной модели экономики выступает малый бизнес, который наряду с обеспечением конкурентных преимуществ экономики рыночного типа, в большинстве случаев определяет темпы экономического роста, уровень занятости населения, а также структуру и качество внутреннего валового продукта.

Малое предпринимательство в Белгородской области представляет собой динамично развивающийся сектор экономики, за счет которого пополняется бюджет посредством налоговых выплат, обеспечивается качество произведенных товаров и услуг, создаются новые рабочие места. Таким образом, решая многие социальные вопросы, малое предпринимательство способствует повышению качества жизни населения.

В 2017 году число малых предприятий в Белгородской области (без учета микропредприятий) составило 2357 ед., в том числе количество предприятий легкой промышленности – 546 ед., что повышает актуальность изучения экономических возможностей малого предпринимательства в отрасли легкой промышленности, т.к. малые предприятия потребляющие местные ресурсы и реализующие свою продукцию преимущественно на местном рынке, в настоящее время

выступают катализатором социально-экономического развития Белгородской области[4].

Для развития легкой промышленности в Белгородской области сложились в целом благоприятные условия: высокая степень обеспеченности собственным сырьем, квалифицированными кадрами, емкостью рынка.

Несмотря на общее сокращение числа индивидуальных предприятий в сфере легкой промышленности Белгородской области (на 0,5%), темпы ее роста увеличились. Так, в 2017 году наблюдается увеличение производства одежды на 61,9%, текстильных изделий – на 25,6%, кожи и изделий из кожи – на 14,7%. Кроме того, с 2016 по 2017 годы наблюдается увеличение такого показателя, как индекс производства текстильных изделий – в 1,2 раза (что составило 125,6%). Индекс производства одежды за аналогичный период имеет положительную тенденцию к увеличению на 61,9%.

Оборот организаций отрасли за январь-сентябрь 2017 года увеличился на 5,9% и составил 1,3 млрд. руб. При этом увеличение произошло за счет роста оборота организаций производства текстильных изделий, который составил 333 млн. руб., темп роста за год – 29%. Оборот организаций производства одежды и кожаных изделий за девять месяцев 2017 года составил 285,7 млн. руб. и 244,1 млн. руб. соответственно. Темп роста данного показателя с 2016 по 2017 год сократился на 1,5%.

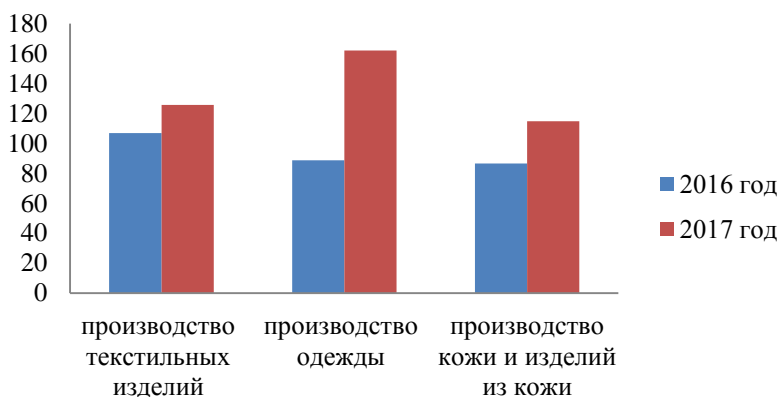


Рисунок 1- Индекс производства легкой промышленности в Белгородской области за 2016-2017 гг.[4]

Предприятия в сфере легкой промышленности имеют тенденцию роста: за девять месяцев 2017 года ими отгружено товаров на 952,7 млн. руб. (четвертое место), рост к аналогичному периоду 2016 года составил 16,5%. Однако, стоит учитывать, что доля легкой промышленности в ВВП относительно невелика – порядка 0,05%, что составляет 0,29% от объема промышленного производства и 0,17% от объема обрабатывающих производств.

По прогнозам Департамента экономического развития Белгородской области в 2019-2020 годы ожидается увеличение производства одежды в 1,4 раза, текстильных изделий – в 1,2 раза, кожи и изделий из кожи – в 1,1 раза [4].

Лёгкая промышленность Белгородской области представлена следующими организациями: ОАО «Белгородская швейная фабрика «Россиянка», ООО «Фирма «Веснянка», ООО «Губкин обувь», ООО «Модэмис», ООО «Кубера», ООО «Идеальная пара» и другие. Доля обеспечения конкурентоспособности сегмента и удовлетворения потребностей потребителей в товарах, предприятиям легкой промышленности, необходимо обеспечить высокий уровень модернизации и переоснащения производственных мощностей, за счет совершенствования технологий и средств производства, а также расширения ассортимента продукции. [2].

В Белгородской области 87,9% малых предприятий относятся к категории микропредприятий с численностью сотрудников до 15 человек. На долю предприятий с количеством штатных сотрудников от 16 до 100 человек приходится 11,3% малых фирм. Малые и микро предприятия составляют 99,2% общей численности малого и среднего предпринимательства [1].

Можно выделить следующие сильные стороны малого предпринимательства, в том числе в отрасли легкой промышленности (табл. 1).

В Белгородской области действует множество программ и проектов, направленных на поддержку малого предпринимательства. Например, при поддержке Фонда развития и поддержки малого предпринимательства реализуется тренинг «Повышение производительности труда. Бережливое производство». Данный тренинг проводится для действующих и начинающих предпринимателей с целью обучения навыкам, необходимым для повышения производительности труда и операционной эффективности бизнеса. Основной принцип бережливого производства – делать больше, расходуя при этом меньше (человеческих усилий, оборудования,

производственных площадей) и выпуская качественную продукцию, которую хочет потребитель.

Кроме этого, проводятся различные конкурсы, стимулирующие предпринимательскую активность, в которых побеждают и поощряются те представители бизнес-сообщества, которые осознают, что бизнес должен быть социально ответственным, направленным на распространение этических норм ведения бизнеса, снижение уровня напряженности в отношениях между работниками и работодателями.

Таблица 1 - Преимущества малого предпринимательства в отрасли легкой промышленности

Преимущества	Характеристика
Относительно низкий размер стартового капитала	Кроме собственного капитала, для открытия малого бизнеса, государство стремится поддерживать малые фирмы, такими средствами как кредитование на льготных условиях, бесплатные консультации, финансовая безвозмездная помощь. Одним из ярких примеров являются бесплатные курсы начинающего предпринимателя, продолжительностью около трех недель при городских центрах занятости.
Простота управления	Малым предприятием проще управлять, чем большим, из-за небольших размеров. Движение финансовых потоков, отчетность перед государством, учет товарно-материальных ценностей, – за всем этим не так сложно следить владельцу малого бизнеса, чем хозяевам крупных корпораций.
Быстрый процесс принятия решений	В публичных компаниях все стратегически важные решения принимаются при согласовании с Советом Директоров, в малых – решения принимаются быстро, потому что отсутствует бюрократизм.
Контроль над компанией	В малом бизнесе в большинстве случаев контроль над компанией принадлежит одному человеку – владельцу. Руководитель вправе самостоятельно принимать решения.

Стоит отметить, что в Белгородской области активно создаются благоприятные условия для устойчивого развития малого предпринимательства, как в целом, так и для легкой промышленности.

Финансовая поддержка субъектов малого предпринимательства осуществляется по следующим направлениям:

- микрофинансирование;
- гранты;
- субсидии;
- поручительство по кредитам;
- поручительство по банковской гарантии;
- поручительство по лизингу.

Таким образом, для развития сектора малого предпринимательства в отрасли легкой промышленности Белгородской области характерны две тенденции: с одной стороны – постепенно увеличивается количество малых фирм и их обороты, а с другой стороны – объем инвестиций в основной капитал и численность наемных работников остается постоянной или незначительно снижается в последние годы.

На сегодняшний день предприятия легкой промышленности Белгородской области в целях становления востребованными и конкурентоспособными субъектами малого бизнеса, при постоянно меняющихся условиях внешней среды, прикладывают основную часть усилий на модернизацию и переоснащение производства, а также совершенствование технологий производства, расширение ассортимента продукции и наращивание мощностей.

Список литературы:

1. Кадацкая Д.В., Клепиков Ю.Н. Взаимодействие предпринимательских структур и высших учебных заведений: тенденции и перспективы развития. В сборнике: Актуальные проблемы экономического развития. Сбор докладов IX Международной научно-практической конференции. 2018. С. 219-224.
2. Романенко Е.В., Бирюков В.В. Малое и среднее предпринимательство в условиях модернизации российской экономики //Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии, 2015. – № 42.
3. Состояние и перспективы развития малого и среднего бизнеса Белгородской области. URL: <http://www.mb31.ru>
4. Экономический портал Белгородской области. URL: <http://www.belgorod.com/potential/ratings-of-the-belgorod-region/>

К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Кухарь С. И., магистрант,
Зинченко Е.Р., магистрант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В. Г. Шухова*

Аннотация. В статье представлены основные аспекты деятельности малого и среднего предпринимательства в современных условиях в рамках развития региона на материалах Белгородской области, в которой в настоящее время успешно реализуются программы, направленные на поддержку бизнеса. С учетом основных тенденций и закономерностей развития малого и среднего предпринимательства, выявлены проблемы в данной области.

Ключевые слова: малое и среднее предпринимательство, программы поддержки, региональная экономика, плановые показатели, проблемы развития

Актуальность развития малого и среднего предпринимательства (МСП) в России, в последние несколько лет существенно увеличилась, что обусловлено возможностью увеличения числа новых рабочих мест, поступлением новых товаров на рынок, расширением их ассортимента, а также удовлетворением многочисленных нужд потребителей.

В период плановой экономики развитие страны было ориентировано на создание крупных предприятий в сфере добывающего производства, энергетики, тяжелой металлургии, что привело к формированию навыков и знаний в данных приоритетных направлениях бизнеса [6].

Однако в современных условиях развития экономики, в период глобализации и интеграции появилась возможность переориентировать приоритеты для бизнеса, в том числе и для МСП.

К субъектам МСП, согласно Федеральному закону «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации», относятся предприятия с определенными выручкой и численностью работников (табл. 1) [3].

Малый и средний бизнес в России имеет достаточный потенциал, и очевидно, что этот сектор нуждается в развитии.

Таблица 1 - Характеристика субъектов МСП

Категория субъекта МСП	Выручка без НДС в год	Численность работников
Микропредприятия	120 млн.	Не более 15
Малое предприятие	800 млн.	Не более 100
Среднее предприятие	2млрд.	Не более 250

В настоящее время наблюдается положительная динамика роста сектора малого и среднего бизнеса за период 2015-2017 годов (рис. 1).

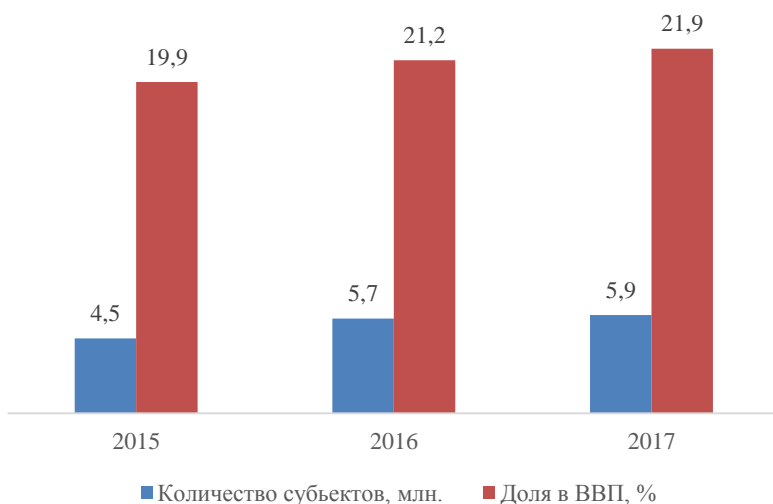


Рисунок 1 - Динамика численности МСП за 2015-2017 годы [9]

За исследуемый период наблюдается увеличение числа МСП на 0,2%, а также их доли в ВВП страны на 1%.

Несмотря на сложное формирование института малого и среднего предпринимательства принимаются все попытки для развития данной сферы.

Так, правительство РФ решает стратегические проблемы развития бизнеса посредством использования инструментов государственной поддержки в виде различных государственных программ (табл. 2).

Таблица 2 - Программы поддержки МСП в России

Умник	Старт	Развитие	Кооперация	Коммерциализация
Преимущества				
Финансовая поддержка в размере 500 000 рублей	Возможность участия физ. лиц и юр. лиц; финансовая поддержка в размере 2,5 млн. рублей	Поддержка в размере 15-20 млн. рублей; прирост объема реализации и инновационной продукции	Финансовая поддержка до 25 млн. рублей; возможность реализации товаров или услуг индустриальному партнеру	Поддержка до 20 млн. рублей; возможность расширения производства
Недостатки				
Поддержка предоставляется только молодым предпринимателям до 30 лет	Необходимость поиска инвестора для внебюджетного софинансирования	Возврат средств при существенном недостижении плана	Внебюджетное софинансирование не менее 100 % от суммы гранта	Внебюджетное софинансирование не менее 100 % от суммы гранта

С целью стабилизации экономики в России разработана Концепцию долгосрочного социально-экономического развития страны, в соответствии с которой к 2020 году субъекты малого и среднего предпринимательства должны достигнуть следующих показателей: доля МСП должна составить более 80 % в общей численности субъектов, количество занятых в деятельности МСП - 60%. (рис. 2).

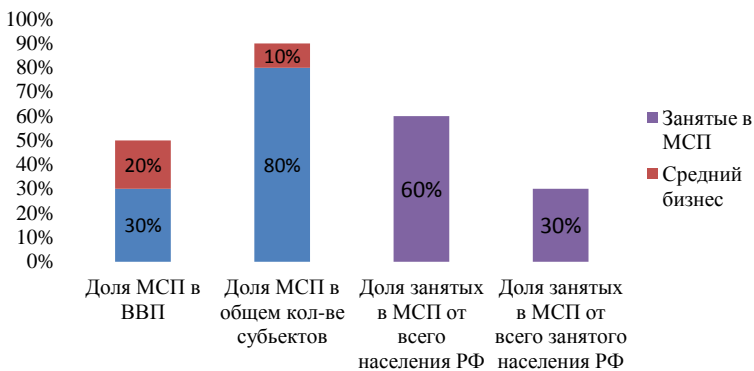


Рисунок 2 - Анализ плановых показателей Концепции долгосрочного социально-экономического развития страны до 2020 года

В 2018 году в России создана «Федеральная корпорация по развитию малого и среднего предпринимательства» (Корпорация МСП) в соответствии с Федеральным законом «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации», Указом Президента Российской Федерации «О мерах по дальнейшему развитию малого и среднего предпринимательства» [3, 4]. К числу основных задач, решаемых в рамках Корпорации МСП относятся:

- обеспечение поддержки субъектам МСП, а также организациям, которые образуют инфраструктуру бизнес-среды;
- привлечение российских и иностранных инвестиций;
- в рамках развития проектов МСП организовать сопутствующую поддержку в сфере информационного, маркетингового, финансового и юридического сопровождения;
- разработка направлений совершенствования поддержки субъектов МСП, в том числе и нормативно-правового регулирования в данной сфере и др.

Кроме того, необходимо отметить взаимосвязь предпринимательства и образования. Как заметил научный руководитель Московской школы управления «Сколково» Андрей Волков, в последние пять лет происходит трансформация российских университетов. Из площадки для подготовки кадров, которой они традиционно считались еще с советских времен, ведущие вузы трансформируются в исследовательские и «разработческие» [10].

Для развития как региональной, так и всей экономики страны субъекты предпринимательства внедряют новые научные разработки и инновационные технологии, которыми обладают вузы, что создает конкурентные преимущества и повышает прибыль предприятий. [7].

Основной задачей большинства вузов является повышение рейтинга за счет усиления сотрудничества с предпринимательской средой в условиях усиливающейся конкуренции за ресурсы, учитывая бюджетные ограничения, обеспечивая студентам возможность освоения профессиональных программ, участия в проектах, работы с менторами, реализации предпринимательских идей. Региональные вузы способны стать лидерами в раскрытии инновационного и человеческого потенциала, стать «локомотивами» развития малого и среднего предпринимательства [8].

Но несмотря на действующие программы поддержки и содействие сектору МСП со стороны государства, малому и среднему бизнесу приходится сталкиваться с определенными трудностями (рис. 3).

Для того, чтобы преодолеть сложившиеся барьеры в развитии МСП, необходимо в дальнейшем обеспечить высокий уровень законодательной и нормативной базы, регулирующей деятельность государственных учреждений и учитывающей специфику малого и среднего бизнеса.

Проблемы МСП

Недобросовестная конкуренция на рынке в значительных объемах.

- ценовой демпинг со стороны фирм-«однодневок», «серых» предпринимателей, топговля инсайльской информацией. искусственное ограничение конкуренции

Некачественный подход к реализации механизмов поддержки малого бизнеса.

- предприниматели в массе своей не информированы о мерах поддержки, из механизма поддержки предпринимательства делается бизнес с элементами незаконного предпринимательства

Несовершенство нормативно-законодательной базы, регулирующей деятельность предпринимателей.

- невнятно написанные законы, отсутствие прозрачности в их исполнении, недостаточное информирование предпринимателей – всё это не позволяет бизнесменам с приемлемыми временными и финансовыми затратами решать свои задачи

Слабая консолидация предпринимательского сообщества.

- каждый сам за себя, некому пожаловаться на недобросовестных конкурентов, неправомерные претензии контрольно-надзорных органов и пр.

Рисунок 3 - Основные проблемы развития малого и среднего предпринимательства в регионах

Совершенствование законодательной базы и правового регулирования предпринимательской деятельности через систему законов, которая позволит создать условия, способствующие свободе предпринимательства и минимизации административного вмешательства в деятельность субъектов малого и среднего бизнеса.

Уровень удовлетворённости качеством государственных услуг является существенным элементом благоприятного инвестиционного климата для малого и среднего предпринимательства.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства РФ от 02.06.2016 N 1083-р (ред. от 30.03.2018) «Об утверждении Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации на период до 2030 года»
2. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 N 1662-р (ред. от 28.09.2018) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»
3. ФЗ N 209 от 24.07.2007 «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» (с изменениями на 27 декабря 2018 года).
4. Указ Президента РФ от 05.06.2015 N 287 «О мерах по дальнейшему развитию малого и среднего предпринимательства».
5. Воротников Д. С., Рожкова Н. К. Малый и средний бизнес в России: проблемы и пути развития. Вестник Университета (Государственный университет управления). 2016. № 10. С. 26-33.
6. Наумкин В.А. Малый и средний бизнес в России: современное состояние и перспективы развития. Общество: политика, экономика, право. 2016. № 11. С. 110-112.
7. Кадацкая Д. В., Лаврова Ю. С. Консорциум предпринимательских структур и высших учебных заведений в рамках развития региональной экономики. Креативная экономика. 2018, №9, С.1469-1474.
8. Кадацкая Д. В., Клепиков Ю. Н. Взаимодействие предпринимательских структур и высших учебных заведений: тенденции и перспективы развития. В сборнике: Актуальные проблемы экономического развития. Сбор докладов IX Международной научно-практической конференции. 2018. С. 219-224.
9. Росстат. Электронный ресурс.
http://www.gks.ru/free_doc/new_site/vvp/dolya-msp.xlsx.
10. Высшая школа экономики. Электронный ресурс.
<https://www.hse.ru/news/213911728.html>

ДИСБАЛАНС СЕТЕВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОММЕРЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Лаврова Ю.С., ассистент,
Вельмазова Г.С., магистрант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье изучены основные аспекты организации сетевого маркетинга, представлена история его становления, представлены его сильные и слабые стороны. Кроме того, изучены основные недостатки сетевого маркетинга с учетом слабых сторон и их влияние на принципы деятельности предприятий.

Ключевые слова: дилерская сеть, сетевой маркетинг, сильные и слабые стороны, дистрибьюторская деятельность

Для эффективного продвижения товара на рынок и его последующей реализации через дилерскую сеть был создан сетевой маркетинг, — а именно команда дистрибьюторов, имеющая право на личное использование продаваемой продукции, а также создать собственную сеть дилеров [2].

Современное ведение бизнеса не может обойтись без интернета. Всё больше компаний предлагают свою продукцию в сети, поэтому специалисты внедряют разработанные инновационные способы продвижения услуг или товара, которые работают в виртуальном пространстве, разрабатывают новые способы заказов продукции, а также предлагаются виды ее оплаты. По этой причине, основной задачей сетевого маркетинга является информационный охват максимально возможного количества потребителей методом непосредственной рекомендации, то есть передача информации о продукции и бизнесе от человека к человеку [5].

При нормализации данного процесса, продажа продукции становится естественным и неизбежным его результатом. Кто-то в нём только потребляет продукцию, кто-то занимается её продажами, кто-то формирует сети распространителей, и все имеют при этом свою выгоду. В то же время, компания получает стабильный рынок сбыта и прибыль.

Двигателем, в данном контексте, является доход, который может получить распространитель продукции, вовлекая в этот процесс других распространителей, или, иначе говоря, возможность зарабатывать на продажах или потреблении привлеченных им других участников системы.

Получивший стартовый импульс только в середине 70-х годов прошлого века, сетевой маркетинг довольно быстро набрал обороты [1].

Компании сетевого рынка, которых сейчас в мире насчитывается несколько тысяч, уже к концу XX века по разным оценкам имели суммарный оборот более 100 миллиардов долларов США в год. Многоуровневый маркетинг признан легитимным видом деятельности в США, Канаде, Англии, Австралии, Германии, Японии, Малайзии и других странах мира. Возможности глобальных компьютерных сетей сделали этот бизнес в последние годы еще более эффективным и перспективным.

Что же позволило сетевому маркетингу (MLM) так быстро потеснить на рынке традиционные формы торговли и начать уверенное шествие по многим странам мира?

Это связано со следующими его преимуществами или сильными сторонами:

1. Сетевой маркетинг – это более короткий путь продвижения продукта от производителя к потребителю, чем стационарная торговля. Это более простая схема дистрибуции – отсутствуют многие элементы инфраструктуры оптовой, мелкооптовой и розничной торговли и связанные с ними затраты.

2. Для дистрибьюторов нет ограничения территории дистрибуции, особенно, если компания является международной [3].

3. При этом способе продаж отсутствует необходимость в массивной дорогостоящей рекламе, в том числе в средствах массовой информации.

4. Сетевой маркетинг предполагает действенный и эффективный обмен информацией между компанией и дистрибьюторами, непосредственными реализаторами и конечными потребителями продукции. Компании MLM имеют возможность малозатратным способом проводить детальные маркетинговые исследования и совершенствовать свою стратегию.

5. Это активный способ продаж, базирующийся на объективных социально-психологических законах.

6. Это динамичный, быстро развивающийся бизнес. Тенденция его расширения имеет вид геометрической прогрессии

7. Сетевой маркетинг является специфическим видом предпринимательской деятельности, в котором, при правильном отношении к делу, финансовый риск для людей, принявших решение сотрудничать с компанией, как правило, минимален [8].

Старт не требует больших вложений, обычно нет потребности в получении денежного кредита (но нужен кредит доверия к компании и ее продукции).

В других сферах торговли и самозанятости населения начало бизнеса требует гораздо больших инвестиций.

8. Это упрощенная и малозатратная система поиска и подготовки сотрудников. Кадрами, в основном, занимаются сами дистрибьюторы. Основной принцип формирования «костяка» сотрудников-профессионалов - естественный отбор. Нет необходимости обязательного тестирования и тщательного отбора организаторов из потенциальных кандидатов, есть возможность испытать всех, никто не отвергается сразу, тем самым исключаются ошибки искусственного отбора.

9. Продвижение сотрудников по ступенькам карьерной лестницы происходит естественно, путем самовыдвижения лидеров – организаторов бизнеса. Нет необходимости создания резерва менеджеров, своевременного продвижения их по службе и т.п. Нет предпосылок для nepoтизma или протекционизма, субъективного ограничения персонального роста. Для продвижения не нужно угождать, стараться понравиться начальству.

10. Этот бизнес имеет чрезвычайно широкую социальную и профессиональную основу. Для начала работы в качестве дистрибьютора изначально не нужно иметь специальное образование и профессию, достаточно пройти кратковременное обучение и получить необходимый минимум знаний.

11. Этот бизнес предоставляет людям возможность самостоятельно определять режим и график своей работы, во многом не зависеть от администрации и вышестоящих дистрибьюторов компании.

12. В среде дистрибьюторов отсутствует «уравниловка», каждый получает тот доход, который заслужил.

13. Конкуренция между дистрибьюторами одной компании присутствует, но носит обычно «мягкий», соревновательный характер.

14. Это бизнес многоуровневой, «сквозной» мотивации, и не только финансовой.

15. Это бизнес человеческого общения, который ориентирует людей на самосовершенствование [8].

Но, как и любой другой вид бизнеса, сетевой маркетинг не лишен также некоторых недостатков или слабых сторон.

Во-первых, происходит большой отсев сотрудников, так как по статистическим данным более 90 % рекрутов компаний MLM через

полгода после подписания соглашения прекращают активную дистрибьюторскую деятельность. Это связано с тем, что не все люди способны быть самостоятельными бизнесменами, сами собой руководить, глубоко разобраться в специфике MLM. Не все обладают необходимым упорством и терпением [7]

Построение работоспособной, приносящей неплохой доход дистрибьюторской организации – дело непростое, «стрессовое» и не такое быстрое. Торговать тоже нужно уметь, и не все к этому склонны, поэтому не любят продавать, мало того, еще иногда и недолюбливают тех, то продает. Поэтому многие «сходят с дистанции».

Свое неумение и нежелание напряженно работать люди стараются вменить в вину спонсорам или компании, а то и бизнесу MLM как таковому.

Компаний немало - людей, не сумевших успешно сделать в них свой бизнес, в тысячи раз больше. Отсюда – разочарование и негативное отношение к сетевому маркетингу у значительной части населения.

Во-вторых, в системе MLM невозможно централизованно и эффективно контролировать всех сотрудников. В процесс вовлекаются широкие массы самых разных людей, со своими представлениями, подходами к делу, моральными устоями [7]

Все это иногда приводит к изменениям в принципах MLM и политики компании, авторитарным воздействиям и модернизации бизнеса в регионах его распространения, что может негативно отражаться как на репутации отдельных компаний, так и имидже индустрии в целом.

В-третьих, в системе MLM существует ряд внутренних противоречий или конфликтов.

Первое противоречие - это конфликт между компанией и сетью дистрибьюторов. Корень конфликта – прибыль, что также подогревает традиционный конфликт интересов между покупающей и продающей стороной.

Второе противоречие - конфликт внутри самой дистрибьюторской сети [2].

Как мы видим, участником MLM может стать любой человек, независимо от его социального положения, образования, степени духовного развития, психологических особенностей и т.д.

Однако что-то должно послужить толчком для принятия такого решения конкретным человеком, и эта побудительная причина должна быть массово значимой – актуальной для самого широкого круга разных

людей, так как только тогда будет происходить быстрое формирование дистрибьюторской сети.

Таким способом формируется сетевая структура - иерархически построенная потребительски-бытовая система «сквозной мотивации», имеющая свои противоречия экономического дисбаланса.

Список литературы:

1. Англо-русский словарь по рекламе и маркетингу / В.Б. Бобров. - М.: РУССО, 2016. - 699 с.
2. Антиинтуитивный маркетинг / Клэнси, Кевин Дж; Криг, Питер. - М.: СПб: Питер, 2018. - 432 с.
3. Барт Т.В., Кадацкая Д.В. Обеспечение качества закупок на основании модели партнёрства // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. с. 101-104.
4. Информация и риск в маркетинге / Р.Д. Баззел, Д.Ф. Кокс, Р.В. Браун. - М.: Финстатинформ, 2018. - 587 с.
5. Малозатратный маркетинг / Р. Джей. - М.: СПб: Питер, 2017. - 240 с.
6. Маркетинг / Б.В. Сребник. - М.: Высшая школа, 2018. - 360 с.
7. <http://www.mlm-books.com/zhurnaly>
8. <http://www.kokh.ru/zhurnal-oskr-novoe-izdanie-v-setevom-marketinge/>

АДАПТАЦИЯ МЕХАНИЗМА ПРОЕКТНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ К РОССИЙСКИМ УСЛОВИЯМ

Лычева И.М. канд. экон. наук, доцент,

Лычева С.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. Российский рынок проектного финансирования пребывает на начальном этапе развития. Это обуславливает необходимость углубленного изучения технологий инвестирования на его основе, что позволит адаптировать проектное финансирование к существующим реалиям и обеспечить его использование для развития экономики.

Ключевые слова: проектное финансирование, развитие экономики, механизм проектного финансирования.

Технология проектного финансирования во всем мире является политическим и экономическим инструментом привлечения инвестиций в экономику. Российские инвесторы используют её через аналоги, которые они извлекают из иностранного права. Традиционные для экономики России подходы к инвестиционной деятельности неконкурентоспособны и не могут применяться в операциях проектного финансирования. Необходимо выполнить определённые действия, чтобы механизм проектного финансирования заработал.

Если привлечь в проект государственные структуры, которые разработают проектную документацию, то проектные риски сократятся, и частные финансовые структуры введут подобные проекты в свою практику [4].

Слабая юридическая база в России делает бизнес неконкурентоспособным, потому что участники проектов не доверяют друг другу. Они считают, что их права собственности незащищены, а финансовая информация не раскрыта.

Чтобы повысить эффективность и безопасность работы организаций, которые выходят на рынок проектного финансирования, требуется урегулировать множество правовых аспектов, включая вопросы:

1. Правового статуса проектного финансирования применительно к российским условиям;

2. Выделения имущественных объектов, относящегося к инвестиционной деятельности;

3. Учета издержек в денежных потоках проектов;
4. Предоставления имущественных объектов в залоговое обеспечение по займам, выданным в рамках инвестиционного процесса;
5. Распределения будущих доходов, продуцируемых проектом, в целях погашения долговых обязательств;
6. коллективной реализации прав займодавцев;
7. Обеспечения защиты денежных потоков, генерируемых инвестиционными проектами;
8. Стоимостной оценки рисков инвестиционных проектов.

С точки зрения адаптации к условиям России, большое значение имеет практика стимулирования развития проектного финансирования.

В этом смысле особое внимание требуется уделить содействию:

- повышению конкурентоспособности операционных издержек;
- снижению курса национальной валюты;
- усилению государственной поддержки крупных инвестиционных инициатив.

Финансовые менеджеры и их способности являются одним из самых ценных ресурсов любой системы. Поэтому планирование потребности в человеческих ресурсах представляет собой важнейшую стратегическую задачу, требующую решения в рамках любого инвестиционного проекта. Требования, предъявляемые рынком к уровню квалификации этих специалистов, не учитываются образовательными учреждениями. Таким образом, в ведущих ВУЗах страны должна быть организована подготовка специалистов по направлению «Проектное финансирование» [3].

Развитию проектного финансирования будет способствовать совершенствование механизма предоставления государственных гарантий от политических рисков. Кроме того, в России инициаторам инвестиционных проектов должно быть рекомендовано в полном объеме применять такой метод управления проектными рисками, как страхование с использованием преимуществ, предоставляемых лидерами мирового страхового рынка.

В случае использования механизма проектного финансирования ключевым источником обслуживания долговых обязательств является cash flow, генерируемые организацией специального назначения (SPV). До выхода относящихся к инвестиционному проекту производственных объектов на проектную мощность, инициаторы имеют серьезные проблемы с привлечением долгосрочных займов на приемлемых условиях. В данном случае выходом может стать заключение контрактов на поставки продукции с объектов, которые не имеют

прямых связей с инвестиционным проектом. Придание данному инструменту правового статуса позволит обеспечить его активное применение в инвестиционной деятельности [3].

В целях эффективного развития механизма проектного финансирования следует минимизировать воздействие сдерживающих факторов в виде некачественного исполнения надзорных функций [3].

Модель контроля должна обеспечивать разрешение проблем, связанных:

- с созданием стратегии реализации инвестиционного проекта;
- с детализацией мероприятий, которые смогут обеспечить достижение цели проекта;
- с созданием удобных, соответствующих целям проекта надзорного регламента и структуры отчётности;
- с определением контрольных точек реализации проекта;
- с распределением ответственности за выполнение мероприятий в рамках проекта;
- с обеспечением понимания всеми участниками проекта общих целей;
- с формированием графиков документооборота;
- с формированием контрольных регламентов.

Использование предложенных мер может способствовать устранению дисбаланса между нуждами инвесторов и реальными особенностями функционирования в РФ механизма проектного финансирования, открыть перспективы для успешного развития многих российских отраслей промышленности, увеличения темпов экономического развития, улучшения уровня жизни, обеспечения населения новыми рабочими местами.

Список литературы:

1. Актуальные проблемы и направления развития российской экономики и финансов (часть 2): монография/ С. М. Бухонова, Ю. А. Дорошенко и др. Белгород: Издательство БГТУ, 2016.- 107с.
2. Никонова И.А., Смирнов А.Л. Проектное финансирование в России. Проблемы и направления развития. М.: Издательство «Консалтбанкир», 2016 – 216 с.
3. Федотова М.А., Никонова И.А., Лысова Н.А. Проектное финансирование и анализ. - М.: Юрайт, 2014.
4. Шамилев С.Р. Проектное финансирование в РФ: специфика и перспективы развития / Electronic multidisciplinary scientific journal Internetnauka (2017-5) с.1-21

АНАЛИЗ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННО-ИНВЕСТИЦИОННЫХ ДРАЙВЕРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Малыхина И.О., канд. экон. наук, доцент,
Бережная А.В., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Работа по формированию экономики инновационного типа ведется достаточно давно. Формируются инновационные инфраструктуры на мезо-и макроуровнях, поддерживаются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, создаются объекты инновационной инфраструктуры, призванные интенсифицировать инновационный процесс, совершенствуется законодательная база и т.д. Но остается нерешенной проблема развития промышленности. В связи с этим важной задачей является поиск инновационно-инвестиционных драйверов экономического развития.

Ключевые слова: инновационно-инвестиционные драйверы, экономическое развитие, регион, методика оценки, эффективность.

Современные условия хозяйствования характеризуются повышенной геополитической напряженностью, санкционным давлением на российскую экономику, искусственным ограничением зарубежных инвестиционных потоков в Россию. Таким образом, в условиях возникшего экономического кризиса, отечественная экономика должна находить и опираться на внутренние возможности, резервы и источники экономического роста и развития. Безусловно, необходимо развивать отрасли промышленности, прежде всего, производственный сектор. Однако современные реалии показывают, что чтобы добиться успеха, развитие должно основываться на инновациях. Построение инновационной экономики, основанной на новейших знаниях, передовых технологиях, является сегодня первостепенной задачей. Это понимают все участники экономических отношений: государство, бизнес-сообщество, реальный сектор экономики, научно-исследовательские организации и высшие школы.

Очень сложно и медленно, достаточно неэффективно инновационные решения находят свое применение в реальном производстве. Процесс организации трансфера и коммерциализации инноваций требует системных, институциональных изменений. Реализация инноваций, внедрение инновационных проектов в

отечественной экономике привлечет инвестиционные потоки. Однако должно появиться стремление промышленных производств являться высокотехнологичными и наукоемкими, а также возникнуть потребность в отечественных инновациях, которые, в свою очередь, должны быть самого высокого уровня, отвечающие требованиям международных стандартов.

Анализ зарубежного опыта построения экономики инновационного типа подтверждает необходимость обеспечения устойчивого спроса производственным сектором экономики на инновации и передовые технологические разработки с целью их применения. При этом именно предприятия должны осуществлять заказ на инновации, исходя из внутренних потребностей, анализа существующих внутриотраслевых предпосылок развития, сложившейся конкурентной обстановки.

Инновации, как экономическая категория, подвергаются анализу с учетом двух основных аспектов. Во-первых, они являются безусловным фактором повышения конкурентоспособности субъектов хозяйствования и экономических систем в целом. Во-вторых, реализация инновационных стратегий приводит к возникновению кумулятивного эффекта — совершенствуется и рационализируется структура экономической системы, активизируется спрос на интеллектуальный капитал, развиваются смежные отрасли экономики, формируются новые общественные потребности, возникают новые возможности их удовлетворения и др. [4].

Инновационная и инвестиционная деятельность тесно связаны, поскольку инновации в условиях отсутствия инвестиций останутся лишь новшеством, не задействованным в практической деятельности. Таким образом, инновационно-инвестиционная деятельность по сути является симбиозом двух тесно взаимосвязанных процессов - инновационного и инвестиционного для достижения общих целей. Фундаментом данной деятельности является инновационно-инвестиционный потенциал, развитие которого заключается в поэтапной реализации процессов стратегического планирования, прогнозирования, проектирования, анализа инвестиционных рисков и оценки эффективности инновационного и инвестиционного процессов [1].

Инновационно-инвестиционная деятельность осуществляется [5]:

- при активизации экономической активности;
- при привлечении инвестиционных потоков для реализации приоритетных направлений инновационного развития экономики;
- при формировании системы финансовых институтов организационно-правового статуса, которые призваны обеспечить

непрерывность и достаточность финансирования научно- технической и инновационной деятельности;

- при формировании человеческого капитала для потребностей исследовательской, научно-технической, инженерно-проектировочной, технико-внедренческой деятельности;

- при создании эффективной инфраструктуры пользования инновационной продукцией посредством стимулирования консалтинговой, маркетинговой, образовательной деятельности для роста степени инновационной восприимчивости.

Один из способов развития инновационной и инвестиционной деятельности — стимулирование драйверов инновационно-инвестиционного развития. Исследуя методологические подходы в отечественной и зарубежной науке к формированию драйверов инновационно-инвестиционного развития региона, необходимо уточнить, что мы понимаем под экономической категорией «драйвер». Так, драйвер - это субъект хозяйственных отношений, объект экономического воздействия, способ организации или метод управления, воздействующий на экономическую систему и приводящий к упорядочению ее структуры, интенсификации процессов роста и развития потенциала подсистем, способствующий повышению эффективности функционирования системы и достижению экономического, социального, научно-технического, технологического, экологического и иного вида эффекта. При этом драйверы инновационно-инвестиционного развития, с одной стороны, создают условия для коммерциализации инноваций в данном территориальном сегменте, с другой стороны, стимулируют приток инвестиций с целью реализации проектов, связанных, как правило, с применением данных инноваций и новейших технологий [2].

Отметим, что драйверы или импульсы роста самостоятельно обеспечить развитие системы не могут, они способствуют формированию благоприятных условий для данного развития. Понятие драйвер экономического развития представляет собой самостоятельную устойчивую систему, функционирующую в условиях оптимальной конфигурации базовых факторов удовлетворения растущего спроса за счёт внутренних резервов. Драйверы могут быть различного генеза. Мы видим наибольший интерес в инновационно-инвестиционных драйверах экономического развития, поскольку инновационная и инвестиционная плоскости развития сегодня являются стратегическими и наиболее приоритетными, стимулирующими развитие высокотехнологичных производств и наукоемкого сектора, которые, в свою очередь, являются

механизмами построения новой экономики – инновационной, основанной на новейших знаниях и технологиях. Важнейшая функция драйвера развития заключается в построении самодостаточной системы или ее развитии, распространяющего и развивающего импульсы, исходящие от точек роста в подсистемах экономической системы [2].

Отметим, что производя оценку эффективности инновационно-инвестиционных драйверов экономического развития, необходимо руководствоваться общими методологическими принципами ее проведения и необходимо понимать, чем драйвер является в конкретной ситуации, на что он должен воздействовать, какой вид эффекта он был призван достигнуть. В научной литературе выделяют следующие виды эффектов: научно-технический; организационно-технологический; социальный; экономический; экологический; интегральный.

Говоря об экономическом эффекте и оценивая экономическую эффективность, приведем определенные общепринятые в научной литературе методики. Традиционные методы оценки экономической эффективности можно разделить на три группы [3]:

1. Специальные методы: теория оценки опционов (ОПТ);экономическая добавленная стоимость (EVA);модель Эдвардса-Белла-Ольсона (оценка чистых активов и добавленной экономической прибыли);метод венчурного капитала; индексы предпочтительности.

2. Статические методы, не учитывающие фактор времени: чистый доход в результате реализации проекта; среднегодовая прибыль; простая норма прибыли или рентабельность инвестиций; простой срок окупаемости.

3. Динамические методы, учитывающие фактор времени с применением метода дисконтирования: чистый дисконтированный доход(чистая текущая стоимость); индекс доходности дисконтированных инвестиций; дисконтированный срок окупаемости.

Мы полагаем, что проблеме оценки эффективности инновационной и инвестиционной деятельности в целом, а также инновационно-инвестиционных драйверов экономического развития, должно уделяться больше внимания. Методики оценки должны совершенствоваться, учитывая современные реалии, а также экономические и технологические вызовы. При этом, рассматривая проблемы экономического развития систем мезоуровня и производя анализ и поиск драйверов, импульсов или источников роста инновационно-инвестиционного генеза, воздействующих на эти системы, необходимо отметить неоднородность и неравномерность

инновационного развития и инвестиционного благополучия или предпосылок к таковому среди российских регионов.

Согласно статистическим данным, отечественный инновационный сектор отличается размещением инновационного производства в основном в регионах. Около 70% инновационной продукции производится приблизительно в 15 российских инновационно активных регионах. На остальные регионы совокупно приходится около 5% производимой инновационной продукции [4].

Подводя итог, отметим, что важнейшим фактором успеха экономического развития на современном этапе является выстраивание эффективных взаимоотношений между ключевыми участниками инновационного процесса – государством, бизнесом, промышленностью и научно-исследовательским и образовательным сектором. Необходимо «запускать» инновационно-инвестиционные драйверы экономического развития экономики нового типа, развивать высокотехнологичный сектор экономики, поддерживая наукоемкое производство, развивать человеческий капитал, что в совокупности является важнейшими факторами инновационного и инвестиционного развития и социально-экономического благополучия страны в целом.

Список литературы:

1. Геращенко Т.М. О факторах обеспечения эффективности инновационно-инвестиционных процессов // Вестник Новгородского государственного университета. 2014. № 76. С. 77-82.
2. Дорошенко Ю.А., Глаголев С.Н., Малыхина И.О. Конвергенция научных подходов к формированию и развитию инновационно-инвестиционных источников экономического роста // Актуальные проблемы экономического развития: сб. докл. IX Междунар. заочной науч.-практ. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. - С. 168-174.
3. Елохова И.В., Малинина С.Е. Современные проблемы оценки экономической эффективности инновационных проектов // Вестник Пермского университета. 2014. № 3 (22). С. 74-81.
4. Карачаровский В.В. Об эффекте инновационной деятельности в российской экономике на макро- и мезоуровне // Контуры глобальных трансформаций: политика, экономика, право. 2012. № 6. С. 18-35.
5. Кормишкин Е. Д., Саушева О. С. Инновационная безопасность как условие эффективного функционирования региональной инновационной системы // Регион. Экономика: теория и практика. - 2013. - № 34 (313). - С. 2-8.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОПЕРАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Минаева Л.А., канд. экон. наук, доцент
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

Аннотация. Рассматривается сущность операционного управления предприятием на современном этапе развития экономики. Показана важность российских разработок А.К.Гастева и др. Выявлены проблемы, препятствующие эффективному операционному управлению.

Ключевые слова. Управление производственными процессами, операционное управление, процессно-ориентированный подход в операционном управлении

В сложных экономических условиях перед российскими предприятиями стоит проблема максимально эффективно осуществлять свою деятельность на основе постоянного увеличения ценности выпускаемой продукции (услуг) и снижения затрат с тем, чтобы поддерживать или улучшать свои конкурентные позиции. Динамичное изменение условий хозяйствования, высокая степень неопределенности этих изменений вынуждают особое внимание уделять операционной деятельности предприятия.

В современных условиях хозяйствования управление производственными процессами имеют важное, но недостаточное значение. Все больше предприятий совмещают производство с услугами, т.к. растет необходимость удовлетворения не только потребностей реальных покупателей, но и предусматривать их потребности и возможности потенциальные. Информационные технологии также вносят свои коррективы по причине все большего их использования в производственных процессах. Немаловажное значение имеет и зависимость современных предприятий от нематериальных ресурсов[1].

Зачастую операционное управление отождествляют с производственными процессами, однако это его трактовка шире – оно захватывает всю деятельность предприятия, т.е. как основные, так и обеспечивающие бизнес- процессы. Операционное управление предприятием – это деятельность, направленная на разработку, использование и усовершенствование бизнес-процессов по производству основных видов продукции и услуг. Основой

эффективного операционного управления лежит эффективность и рациональность организации управления операциями, которые представляют собой вид деятельности по переработке ресурсов в продукцию или услуги. Операции подразделяются на:

- производство (превращение физических материалов в продукты для продажи);
- поставки (связана с переменой прав собственности);
- транспортировку (перемещение грузов без физических преобразований с одного места в другое);
- сервис (изменение состояния покупателя - физического или интеллектуального).

Зачастую все эти виды деятельности сочетаемы, что предполагает их рассмотрение во взаимодействии и взаимозависимости.

В большинстве литературных источников указывается, что как полноценное научное направление операционное управление обязано Фредерику Тейлору и Анри Файолю. Именно ими были разработаны ключевые концепции операционного менеджмента, которые на практике в 1913г. применили на заводах Г.Форда.

Однако в недостаточной степени представлены российские достижения в области операционного управления и научной организации труда (НОТ) в 1860-1870гг. Именно в это время в Московском высшем техническом училище «были разработаны и внедрены рациональные методы обучения разным профессиям по металлообработке. По признанию печати того времени, США стали первыми применять русскую методику» [2, с.7].

В России теоретическое изучение «рабочих процессов» появилось гораздо раньше, чем в Европе и Америке. По мнению А.К.Гастева, образцом практической реализации и «по методической стройности» эти исследования «оставляют позади работы Джилльбрета» [2, с.7].

С 1970-х годов в операционном управлении стал формироваться процессно-ориентированный подход, обусловленный множеством подходов и инструментов, которые были связаны с анализом, моделированием, реинжинирингом и постоянным совершенствованием бизнес-процессов. Причем особое внимание уделялось не столько эффективности отдельных операций, сколько кросс-функциональному взаимодействию, т.е. взаимосвязи функционирования самой организации с контрагентами.

Для решения вопросов эффективного операционного управления, современные предприятия сталкиваются с рядом проблем.

Во-первых, глобализация рынков, которая выражается не только с глобальным перемещением материальных, финансовых ресурсов, но и интеллектуальных. Вырастает ответственность операционных менеджеров за инновации, генерирующие и продвигающие идеи, подводящие к реализации продукции настолько быстро, насколько это возможно.

Во-вторых, возрастающая роль производственных стратегий, которые соотносятся с корпоративной стратегией.

В-третьих, с ужесточением конкурентной борьбы практически на всех рынках, растет необходимость в реализации тотального управления качеством продукции и услуг.

В-четвертых, четкое планирование запасов сырья и готовой продукции, т.к. их избыток приводит к значительным финансовым затратам и снижению прибыльности предприятий.

В-пятых, необходимость построения долгосрочных отношений с поставщиками сырья и материалов. Как правило, в случае непродолжительного жизненного цикла продукции и изменения в ходе ее производства количества-качества исходного сырья, а также изменений в технологическом процессе, зависимость от поставщиков достаточно велика, что требует от операционного менеджера проведения гибкой политики.

В-шестых, активизация выпуска высокочувствительных (быстрых) товаров меняет жизненный цикл продукции, что вынуждает оперативно реагировать на изменения потребностей покупателей. Следовательно, дополнительный импульс производству придает разработка и внедрение новых технологий, новых материалов, новых методов операционного управления.

В-седьмых, в связи с необходимостью быстрого реагирования на изменение спроса, наличие гибкости и скорости в производстве предполагают изменения в ассортименте и дизайне продукции. Появившаяся в последнее время концепция «подвижного» производства включает создание «виртуальных» предприятий, которые на необходимое время объединяются для выполнения тех функций, которые у них получаются лучше всего. Например, одно предприятие проектирует проектирует продукцию, другое – производит, третье обеспечивает логистическую цепочку.

В-восьмых, индивидуализация в производстве, что выражается в достаточном очевидном различии рынков. Причем, особенности мировых культурных ценностей вынуждают операционных менеджеров

оперативно реагировать на индивидуальные запросы потребителей, иметь обратную связь с ними.

В-девятых, растут требования к квалификации операционных менеджеров в связи с увеличением уровня образованности служащих и работников, компьютеризацией производства и технологической оснащенности. В операционном управлении эта сложность может быть преодолена с помощью делегирования полномочий индивидуальному работнику.

В-десятых, ужесточается контроль за окружающей средой, переработкой отходов, что накладывает на операционное управление дополнительные функции[3].

Эффективность операционного управления зависит от рациональности разработанной стратегии предприятия, т.к. все бизнес-процессы должны быть подчинены главной цели – получения тех или иных конкурентных преимуществ. Зачастую, операционное управление рассредоточено по различным структурным подразделениям предприятия. Тем не менее, для успешности функционирования предприятия, необходимо не только оптимизировать частные бизнес-процессы, но и построить систему «пронизывающих» насквозь нескольких наиболее важных бизнес-процессов или подразделений. В этом случае операционное управление выступает как инструмент эффективности деятельности предприятия, т.к. обеспечивает оптимальность каждой операции и интеграцию каждого работника в процесс постоянного совершенствования деятельности.

Навыками операционного управления должны обладать все руководители подразделений предприятия для того, чтобы не только исполнение операций внутри подразделений было эффективным, но и взаимодействие с другими подразделениями было успешным. Причем это касается как основных и вспомогательных бизнес-процессов, но и проектных решений и поручений.

Зачастую инициатива по применению операционных инструментов принадлежит высшему руководству в случае адаптационных изменений к рыночным условиям. Для повышения операционной эффективности внедрения проектов тогда становится процессный офис, цели которого – моделирование и сопровождение ключевых бизнес-процессов, применение различных методов и способов анализа их эффективности. Руководитель процессного офиса должен досконально понимать суть бизнес-процессов и осуществлять управление ключевыми функциональными подразделениями предприятия.

На предприятиях с высоким уровнем автоматизации и информатизации должность процессного управляющего может принадлежать ИТ-Директору для которого важнейшим направлением деятельности становится дальнейшее повышение уровня оцифровки бизнес-процессов в финансовой сфере.

В связи с тем, что многие российские предприятия находятся в состоянии стагнации или спада, роль операционного управления усиливается. Знания и опыт операционного управленца позволяет сосредоточить внимание на создании и производстве продукции с минимальными затратами по возможности в короткие сроки и с необходимым уровнем качества.

Широкое распространение среди внедряемых проектов и технологий на производственных предприятиях получили LeanSixSigma –технологии. В банковской и страховой сферах успешно внедряются проекты по анализу и оптимизации бизнес-процессов. Практически во всех отраслях высшее руководство озадачено повышением операционной эффективности на основе внедрения современных технологий операционного управления.

Снижать затраты позволяет внедрение технологий цифровой трансформации, при реализации которых участие рядовых исполнителей сводится к минимуму. Применяются такие технологии, как ProcessAutomation, Robotic, Искусственный интеллект, которые позволяют реальную ситуацию в бизнесе дополнять виртуальной. Все это способствует снижению затрат на предприятии, разрабатывать на нем масштабируемые бизнес-модели и бизнес-процессы, которые в свою очередь способны реализовываться не только в стране, но и на глобальных рынках.

Реальностью современных глобальных процессов стало появление и успешное функционирование интернет-предприятий. В рамках их деятельности не только поиск клиентов, но и наем исполнителей бизнес-процессов, автоматизация основных и вспомогательных бизнес-процессов, привлечение покупателей и поставщиков.

Современное операционное управление активно использует возможности социальных сетей, краудсорсинга, фрилансеров, инновационных разработок. Отсутствие организационных границ, распространение по всему миру бизнес-процессов позволяет использовать на таких предприятиях не только своих штатных сотрудников, но и фрилансеров, интернет-сервисы, которые способны осуществлять рутинную работу с помощью технологий искусственного интеллекта.

Список литературы:

1. Джоголик А. Современное производство. Структура современного производства. Проблемы современного производства - <http://fb.ru/article/170402/sovremennoe-proizvodstvo-struktura-sovremennogo-proizvodstva-problemyi-sovremennogo-proizvodstva>
2. Керженцев П.М. Принципы организации -/ П.М.Керженцев. М. Экономика. – 1968. - 464с.
3. Новые тенденции в операционном менеджменте 02.04.2015<http://bookaa.ru/operatsionnyy-menedzhment/novyyj-tendencii-v-operacionnom-menedzhmente.html>

РОЛЬ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОПЕРАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Минаева Л.А., канд. экон. наук, доцент,

Акимова Г.З., канд. экон. наук, доцент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. В статье рассматривается специфический подход к пониманию сущности компетенций, как основы конкурентных преимуществ организаций. Показана суть материальных и нематериальных компетенций, организационных и технологических, органических и неорганических компетенций.

Ключевые слова. Ресурсы организации, организационные, управленческие, технологические и научно-технические компетенции

В соответствии с теорией фирмы, базирующейся на внутренних ресурсах, деятельность организации ориентируется не только на конкурентную среду и внешнее позиционирование, но и на выбранные и используемые ресурсы для удовлетворения потребностей покупателей на рынке. Данная теория, предложенная Э.Пенроузом и в последствии нашедшая свое развитие в трудах Б.Вернерфельта, Р.Румельта, Дж.Барни, Дж.Колииса и др. не нашла своего практического применения. Ситуацию изменил труд К.Прахалада и Г.Хэмилла, в основе которого утверждение, что создать настоящее конкурентное преимущество может только сочетание уникальных ключевых компетенций.

К.Прахаладом и Г.Хэмиллом было предложено разрабатывать стратегии не на основе бизнес-единиц (СБЕ), а на основе компетенций. Термин «компетенция» ими рассматривался как некое расширенное понятие ресурса. Организация, объединяя источники ресурсов и активов, используя их в производственно-хозяйственной деятельности, координирует и интегрирует их в определенную продукцию. Компетенция – это способность организации координировать и интегрировать ресурсы в товары и услуги.

Специфические (основные) комплексы потенциальных возможностей и активов, позволяющих организации иметь потенциально значимое и устойчивое конкурентное преимущество имеют свои особенности. Основными компетенции могут быть в случае удовлетворения трем критериям:

1) при приобретении товара(услуги) покупатель имеет реальные выгоды;

2) сложность их имитации;

3) доступ к множеству рынков.

Другими словами, уникальность различных сочетаний компетенций достигается в процессе разработки, производства и предложения продукции (услуги) на рынке.

Есть точка зрения, что компетенции следует делить на две категории: подразумеваемые и ясно формулируемые. Например, организационное обучение и технология может не быть выражено словами, однако они встраиваются в операционные процессы. В противовес этому, Г.фон Грог и Дж. Рус утверждают, что знания (и в более широком понимании – компетенция) передаются, осознаются и оцениваются только в процессе взаимодействия.

Ряд авторов делят компетенции на материальные и нематериальные. К материальным относят: оборудование, строения, товары и т.д., к нематериальным – имидж, торговая марка и т.д. Причем, данные виды компетенций являются основой компетенций организации, тогда, как такие неосознаваемые факторы, как организационная культура играют роль дополнительных компонентов[1, с.282].

При анализе деятельности организации, как правило, выделяют четыре вида компетенций: организационные, управленческие, технологические и научно-технические.

Организационные компетенции включают комбинацию компетенций персонала с управленческими решениями, позволяющими организации достигать поставленных целей. Примерами могут служить: освоение и оперативное производство нового продукта (услуги); снижение издержек в операционной деятельности; учет потребностей покупателей при выводе на рынок новой продукции и т.д. В основе организационных компетенций, как правило, лежат технические возможности, опыт в маркетинговой деятельности, научно-техническая подготовленность персонала и пр.

Организационные компетенции имеют долгосрочный характер, тем не менее, в операционном управлении они выполняют важнейшую роль, т.к. связаны с преобразованием ресурсов в готовую продукцию и удовлетворением общественных потребностей [2].

Создание управленческих компетенций связано с определением различий в имеющихся компетенциях и компетенциях, необходимых для дальнейшего развития организации. Причем, ценность управленческих компетенций зависит не только в их наличии, а в том,

насколько они способствуют достижению целей организации, т.е. в их результативности. Управленческие компетенции, как правило, касаются решений управленческих проблем в производственной деятельности и определения оперативных действий, оперативному анализу информации, преодоления противодействия отдельных групп работников и т.д. Поиск новых управленческих компетенций связан с возможностями применения специальных инструментов и взаимодействия с сообществами экспертов.

Организации, которые имеют в своем арсенале технологические компетенции, характеризуются своей направленностью на прорывные технологии. Как правило, такие организации имеют собственную научно-техническую базу, вкладывают достаточный объем инвестиций в исследования, разработку инновационных технологий и продуктов. Причем, операционная деятельность таких организаций включает наличие как радикальных, так и инкрементальных инноваций, что расширяет спектр технологических компетенций. Организации сами определяют свои основные компетенции, принимают решения о развитии и поддержке отдельных из них. Процесс аккумулирования знаний и опыта предполагает не только выявления необходимой внешней научной информации, но и значительные расходы на собственные научно-исследовательские разработки и усложнение операционной деятельности.

Научно-технические компетенции появляются в рамках специальных знаний и умений и связаны с созданием технологических инноваций. «Технические компетенции – это специальные (профессиональные) знания, умения и навыки, которые необходимы для эффективного выполнения сотрудниками своих должностных обязанностей в части разработки и НИОКР» [2]. Принятие решений о необходимом наборе основных компетенций сопряжено с применением четкого и строгого инструментария. В качестве одного из инструментов применяют матрицу инновационных компетенций: органических и неорганических. Каждая из этих категорий требует своих критериев принятия решений. Сравнительная характеристика органических и неорганических компетенций приведена в табл.

Организациям необходимо разделять органические и неорганические компетенции, т.к. это позволит выбирать наиболее действенный способ их поддержки. Способы поддержки компетенций различны для каждой организации, т.к. они должны учитывать не только краткосрочные финансовые приоритеты, но и стратегическое развитие организации.

Поиск и реализация основных компетенция в операционной деятельности проводится в несколько этапов. Определение основных компетенций организации связано с выявлением новых производственных возможностей, поиском и внедрением новых инновационных технологических и управленческих решений, привлечением персонала с надлежащими навыками, расширением целевого рынка.

Этап разработки основных компетенций предполагает формализацию целей организации. Основные компетенции анализируются в их связи с внешней и внутренней средой, формируется система показателей достижения стратегических целей организации. На основе системы показателей проводится детализация стратегических целей до уровня операционной деятельности.

Таблица - Сравнительная характеристика органических и неорганических компетенций[2].

Критерии	Органические	Неорганические
Компетенции	Развитие текущих основных компетенций	Развитие и приобретение новых компетенций
Источник	Сама организация	Вместе с внутренними компетенциями активно привлекаются компетенции с рынка
Сроки окупаемости развития	Краткие	Средне- и долгосрочные перспективы окупаемости
Критерии принятия решения о развитии	Жесткие финансовые критерии принятия решений	Вместе с финансами, определяющую роль играют рыночные перспективы в средне-долгосрочном периоде и существующие технологические тренды

На последующем этапе основные компетенции «углубляются» с помощью выделения взаимосвязей между целями и показателями, обратной связи с возможностями реализации операционной стратегии.

Моделирование показателей операционной стратегии соотносится с целями стратегии развития организации.

Наиболее важным этапом внедрения основных компетенций является установка барьеров, которые предназначены для защиты от имитирования компетенций со стороны конкурентов.

Для оценки основных компетенций используются методы, в большей степени соответствующие специфике компетенций (базовых или динамичных) [3].

Управление операционной деятельностью организации на основе выявления и поддержания основных компетенций дает возможность:

- консолидировать производственный опыт и навык для поддержания конкурентного преимущества. Конкурентное преимущество заключено не в продукции, а в основных компетенциях;
- улучшать всю операционную деятельность, т.к. основные компетенции заложены, как правило, не только при производстве и реализации одного продукта, а оказывают влияние на все операционные процессы;
- определить «карту будущего», т.к. выявление и поддержание основных компетенций организации зависит от ее стратегических целей.

Список литературы:

1. Хэмел Г. Стратегическая гибкость /Г.Хэмел, К.Прахалад, Г.Томас, Д.О Нил / Пер. с англ. – Спб.:Питер, 2005. – 384с. - 282
2. Каширин А.И. Развитие и управление ключевыми компетенциями в корпорации: мировой опыт / А.И.Каширин, А.С.Семенов, В.В.Стреналюк, А.А.Островская, Т.В.Кокуйцева// Международно научно-исследовательский журнал [Электронный ресурс] <https://research-journal.org/economical/razvitie-i-upravlenie-klyuchevymi-kompetenciayami-v-korporacii-mirovoj-opyt/>
3. Белякова Г.Я. Ключевые компетенции как основа устойчивого конкурентного преимущества предприятия /Г.Я.Белякова, Е.В.Сумина [Электронный ресурс] <https://cyberleninka.ru/article/n/klyuchevye-kompetentsii-kak-osnova-ustoychivogo-konkurentnogo-preimuschestva-predpriyatiya>

РЕЗЕРВЫ И ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Мясоедов Р.А., ст. преподаватель,
Яремчук А.В., студентка

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рост производительности труда является одним из ведущих факторов повышения эффективности производства. Рост производительности труда обеспечивает предприятиям устойчивое развитие и благоприятные перспективы, что в дальнейшем ведет к повышению уровня жизни населения. В данной статье проанализированы и обобщены теоретические аспекты производительности труда как одной из экономических категорий и рассмотрены основные резервы и пути повышения эффективности производительности труда в России.

Ключевые слова: производительность труда, резервы, развитие, эффективность труда.

Производительность труда считается одним из главных показателей, отражающих эффективность работы предприятия. В.М. Маслов дал краткое, но точное определение данному термину: «Производительность труда – это показатель, характеризующий результативность труда и отдачу каждой единицы используемого его ресурса».

Благодаря показателю производительности труда измеряют эффективность труда. В свою очередь, производительность труда определяется как показатель продуктивности целесообразной деятельности работников, измеряющаяся количеством работы сделанной в единицу времени [3].

Резервы повышения производительности труда дают возможность более полного и эффективного использования производительной силы труда, всех факторов повышения его производительности за счет модернизации техники и технологий, улучшения организации производства, труда и управления. Под резервами роста производительности труда на предприятии подразумеваются еще неиспользуемые реальные возможности экономии трудовых ресурсов.

Исследуя резервы роста производительности труда, можно объединить их в следующие группы (рис.1):

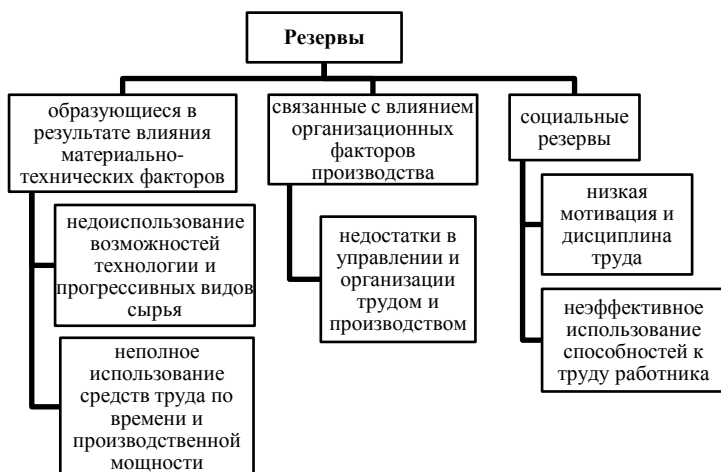


Рисунок 15 - Классификация резервов повышения производительности труда

Также, резервы повышения производительности труда могут существовать как в форме запасов, так и в форме потерь. Например, к резервам, существующих в форме запасов, безусловно, можно отнести повышение квалификации работников, возможности технического перевооружения, совершенствование разделения и кооперации труда, улучшение обслуживания рабочих мест. Данную группу резервов можно использовать только при наличии необходимости и соответствующих финансовых ресурсов. В свою очередь, к резервам в форме потерь можно отнести сокращение потерь рабочего времени работников, брака, сверхнормативного расходования сырья, материалов и энергии. Для задействования таких резервов, прежде всего, необходимо выявить причины этих потерь и разработать необходимые мероприятия по их снижению в дальнейшем [3].

Одной из наиболее актуальных проблем современной экономики считается повышение производительности труда. Ее уровень во многом определяет темпы экономического роста, благосостояние общества, доступность товаров и услуг. По данным различных исследований, российские предприятия катастрофически отстают по этому показателю от европейских, японских и американских компаний.

Рассмотрим и проанализируем показатели уровня производительности труда в России по основным отраслям экономики в период с 2014 по 2017 год (табл.1).

Таблица 1 - Индекс производительности труда по России и основным отраслям экономики РФ, %

Название отрасли	2014	2015	2016	2017
В целом по экономике	100,7	97,8	99,7	101,5
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	103,3	100,4	103,5	103,8
Рыболовство, рыбоводство	96,1	99,5	95,6	99,8
Добыча полезных ископаемых	102,8	98,4	100,3	100,4
Обрабатывающие производства	102,5	96,9	99,3	99,7
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	100,2	99,9	100,5	102,2
Строительство	98,4	101,0	99,9	98,8
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	98,7	91,5	94,4	101,5
Гостиницы и рестораны	99,8	94,1	94,3	101,7
Транспорт и связь	100,4	99,4	99,0	100,8
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	98,6	97,2	100,2	99,6

Согласно данным Росстата, динамика производительности труда характеризуется неравномерностью изменений в рассматриваемом периоде. В соответствии с данными, приведенными в таблице, можно увидеть, что производительность труда в России в 2017 году увеличилась на 1%. Таким образом, эффективность труда начинает свой рост по сравнению с 2015 годом, когда снижение производительности труда составило 2,9%. В 2019 г., по расчетам Минэкономразвития, производительность должна ускориться, так как наблюдается хороший тренд роста производительности труда в торгуемых частных секторах, в обрабатывающей промышленности труда и в сельском хозяйстве [4].

Для повышения производительности труда на производстве важны сплоченные действия как бизнеса, так и государства. Приведем некоторые предложения по повышению производительности труда на предприятиях со стороны государства и бизнеса (табл.2).

Таблица 2 - Действия государства и бизнеса по повышению производительности труда

Действия государства	Действия бизнеса
<p>Стимулирование роста конкуренции при помощи устранения административных барьеров. Внедрение комплексного подхода к развитию территорий. Реализация мер по поддержанию численности трудоспособного населения. Повышение уровня развития финансовой системы. Модернизация системы профессионального образования и переподготовки.</p>	<p>Внедрение «системы бережливого производства (ЛИН-системы)», для реализации которой предприятие должно внедрить у себя систему упорядоченного управления с четкой сортировкой документации, систему стандартизации производственных операций, систему подачи и рассмотрения предложений и т.д. Внедрение системы «эффективного контракта» - это трудовые контракты, в которых четко прописаны конкретные показатели, критерии оценки их достижения и эффективности, а также виды стимулирующих выплат.</p>
<p>Реиндустриализация российской экономики на новой технологической основе, предполагающая существенное расширение инвестиций и технологическую модернизацию промышленности, опирающуюся на значительную активизацию отечественных исследований и разработок, расширение на этой основе подготовки квалифицированных кадров.</p>	<p>Использование успешно применяемых в мировой практике инструментов ведения бизнеса: workforce management и talent management. Workforce management - на практике означает, что мы всегда знаем о том, на каком месте наш человек и что он будет делать дальше. Talent management — это автоматизированная система управления развитием сотрудника в организации, предполагающая совершенствование форм разделения труда, улучшение организации рабочих мест, рационализацию методов труда, оптимизацию нормирования труда, подготовка рабочих кадров.</p>

Если рассматривать современные программы по повышению производительности труда в России, то важно отметить тот факт, что еще в 2012 году Указом Президента РФ была официально поставлена задача по повышению производительности труда в 1,5 раза до 2018 года и обеспечению создания и модернизации 25 млн. высокопроизводительных рабочих мест к 2020 году. В 2014 году был успешно принят план мероприятий по обеспечению повышения производительности труда и определена задача повышения производительности труда не менее 5% ежегодно. Также, стоит отметить, что 30 августа 2017 года была утверждена приоритетная программа «Повышение производительности труда и поддержка занятости», охватывающая период с сентября 2017 года по декабрь 2025 года. Цель этой программы - реализация региональных программ повышения производительности труда и поддержки занятости, которые

позволят повысить этот показатель на предприятиях-участниках не менее чем на 30%. Уже к 2020 году Федеральный центр компетенций должен разработать пакет типовых решений в сфере производительности труда не менее чем по пяти отраслям и трём функциям, включая логистику, сбыт, маркетинг, закупки и производство. Предполагается, что основным источником роста производительности станут инвестиции в основной капитал, которые приведут к развитию производства. Данная приоритетная программа правительства направлена на организационный компонент производительности труда, так как именно он обеспечивает эффективность использования труда и оптимизацию численности занятых [1].

Производительность является крайне важным показателем, определяющим конкурентоспособность как отдельного предприятия, так и экономики страны в целом. Именно поэтому задача ее повышения не должна оставаться исключительно в ведении руководителей предприятий и ограничиваться отдельными эпизодическими мероприятиями. Государство должно взять на себя задачи стимулирования производительности, помощи во внедрении лучших практик и инновационных разработок, модернизации основных фондов предприятий и организации эффективной системы профессионального обучения. Так производители получают поддержку со стороны государства, а государство – реальный рост производительности и повышение конкурентоспособности экономики на мировом рынке.

Список литературы:

1. Паспорт приоритетной программы "Повышение производительности труда и поддержка занятости» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол от 30 августа 2017 г. № 9)).
2. Богатырева И.В., Кожухова Н.В., Железникова Е.П. Анализ современного состояния производительности труда в России // Экономика труда. 2018. Том 5. № 3. С. 683-698.
3. Рудычев, А.А. Экономика отрасли (строительство): учебное пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 174 с.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения 23.02.2019).
5. Ярмоленко Л. И., Демура Н. А., Повышение производительности труда - важнейший резерв развития экономики // Актуальные проблемы экономического развития. VII международная научно-практическая конференция. Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. С. 297-301.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ДОХОДНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ И РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБЫЛИ

Мясоедов Р.А., ст. преподаватель,
Скачкова Ю.В., студент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Прибыль, самая известная с давних времен категория, взявшая новое содержание в современных условиях экономического становления страны. Большая часть малых и крупных предприятий нацелены на извлечение максимальной прибыли от своей деятельности, т. к. прибыль, являясь основной движущей силой рыночной экономики, может удовлетворять интересы собственников организации, персонала и государства. Поэтому, руководители и финансовые распорядители определяют надобность постоянного улучшения методов, приводящих к наиболее эффективному управлению формированием и распределением прибыли в процессе хозяйственной деятельности. Для увеличения прибыли необходимо постоянно повышать эффективность производства.

Ключевые слова: повышение доходности, прибыль, эффективность, распределение и использование.

Существуют различные направления повышения эффективности производства и увеличения прибыли:

- ресурсосбережение и модернизация оборудования;
- повышение производительности труда путем роста творческой инициативы, стимулирование и мотивация работников, грамотная кадровая политика;
- привлечение максимального и достаточно необходимого объема инвестиций, их экономное и рациональное использование;
- повышение качества продукции и как следствие увеличение объема продаж;
- эффективность управленческого фактора (исследований, разработок и политики фирмы);
- страхование имущественных, предпринимательских и финансовых рисков;
- научно-технический прогресс – при внедрении новых технологий на предприятии снизятся затраты на производство единицы товара и через экономию возрастет прибыль и эффективность.

Существуют следующие два пути воздействия (увеличения, уменьшения) на прибыль предприятия: одним из которых является снижение себестоимости продукции; второй путь - это увеличение выручки, т.е. объема продаж.

Себестоимость продукции является качественным показателем, который дает характеристику работоспособности предприятия, а так же уровень использования ресурсов на производство продукции, находящихся в распоряжении организации.

Наиболее существенного снижения себестоимости продукции на предприятии можно достичь с помощью разработки и реализации комплексной программы снижения издержек, которая будет постоянно действующей, и корректироваться при изменении обстоятельств [2, с.81].

Ещё один путь уменьшения себестоимости - это снижение трудоемкости и рост производительности труда. Этого можно достичь разнообразными способами. Наиболее значимые - механизация и автоматизация производства, применение прогрессивных технологий, т.е. интенсификация производства. Снижение себестоимости продукции также позволяет уменьшить производственные затраты.

Увеличение объёма продаж и выручки предприятия может осуществляться за счет следующих факторов:

- гибкое производство, предполагающее расширение объема и ассортимента продукции;
- соблюдение заключенных договоров;
- оптимизация цен и ценообразования;
- повышение качества продукции, работ, услуг;
- периодический пересмотр политики коммерческого кредитования;
- улучшение технического состояния основных средств предприятия;
- экономное расходование материальных ресурсов;
- применение энергосберегающих технологий, устранение нерациональных затрат, материальных ресурсов, сокращение брака;
- повышение уровня квалификации персонала.

Процесс управления прибылью должен выполняться в соответствии с определенными принципами, соответствующими предъявляемым рыночной экономикой требованиям.

Формирование прибыли на предприятии является первоначальным и основным этапом в общем процессе управления прибылью,

определяющем последующие действия финансового менеджера относительно ее распределения и использования.

На первом этапе процесса управления формированием прибыли финансовый менеджер должен провести анализ динамики и структуры получаемых доходов и осуществляемых расходов. Анализ поступлений и платежей осуществляется на основании формы № 2 «Отчет о финансовых результатах» и проводится по всем трем видам деятельности, осуществляемым предприятием: операционной, инвестиционной и финансовой.

На втором этапе управленец должен произвести прогноз и планирование по трем видам деятельности. Планирование в операционной деятельности имеет отношение к определению объемов производства и реализации товаров, работ, услуг на последующий период. Оно должно в первую очередь выполняться с учетом современных реалий товарного рынка. Кроме того важными факторами процесса прогнозирования объема производства являются сведения о состоянии рынка ресурсов, поскольку стоимость ресурсов (производственных, энергетических или трудовых) напрямую сказывается на возможности предприятия производить тот или иной объем продукции. Также необходимо принимать во внимание современное состояние рынка капиталов, поскольку в условиях нехватки собственного капитала предприятия вынуждены прибегать к привлечению заемного. А стоимость заемных ресурсов, направляемых на производство и реализацию, также напрямую отражается на производственных возможностях предприятия.

На третьем этапе происходит организация и регулирование деятельности предприятия. Данный этап предусматривает повышение доходов от всех видов деятельности предприятия. В операционной деятельности подразумевается повышение операционных доходов и максимальное снижение операционных расходов. В инвестиционной — повышение инвестиционных доходов и максимальное снижение инвестиционных затрат при инвестировании в реальные инвестиции. В финансовой деятельности — повышение доходов и максимальное снижение финансовых затрат.

После завершения третьего этапа механизм управления формированием прибыли начинается сначала, т.е. с анализа доходов и поступлений средств, а также понесенных расходов.

Необходимо акцентировать внимание на особенности управления прибылью от всех видов деятельности, поскольку существуют некоторые особенности у каждого вида. Так, в процессе управления

формированием прибыли от операционной деятельности следует обратить внимание на все компоненты и факторы, обеспечивающие формирование чистой прибыли. [3, с. 180]

Разработка единого универсального механизма управления распределением прибыли затрудняется тем, что существующие внешние и внутренние факторы, оказывающие воздействие на осуществление хозяйственной деятельности предприятия, сложно учесть из-за их разнообразности (табл.1). «Внешние факторы рассматриваются как определенные ограничения, которые определяют границу формирования пропорций распределения прибыли. Внутренние факторы осуществляют определяющее влияние на пропорции распределения прибыли, так как позволяют формировать их для конкретных условий и результатов хозяйствования данного предприятия» [1, с.50-52].

Таблица 1 - Система основных факторов, влияющих на распределение прибыли предприятия

Внешние факторы	Внутренние факторы
<ul style="list-style-type: none"> • правовые ограничения; • налоговая система; • среднерыночная норма прибыли на инвестированный капитал; • альтернативные внешние источники формирования финансовых ресурсов; • темп инфляции; • прозрачность фондового рынка; • стадия конъюнктуры товарного рынка. 	<ul style="list-style-type: none"> • уровень рентабельности деятельности; • инвестиционные возможности реализации высокодоходных проектов; • альтернативные внутренние источники; • формирования финансовых ресурсов; • стадия жизненного цикла предприятия; • уровень рисков осуществляемых операций и видов деятельности; • численность персонала и действующая программа его участия в распределении прибыли; • уровень текущей платежеспособности.

Эффективная политика распределения и использования прибыли дает возможность организации финансировать расширенное

воспроизводство и расширять свою деятельность путем создания филиальных сетей или диверсификации продукции. Это достигается за счет использования более дешевых источников финансирования — собственных финансовых ресурсов, созданных главным образом за счет прибыли.

Прибыль является важнейшим экономическим показателем деятельности предприятия, фирмы, частного лица и государства, также она является главной составляющей, из которой складывается часть бюджета государства в виде налога на прибыль.

Следует отметить, что процесс управления распределением и использованием прибыли, как и процесс формирования прибыли, может быть осуществлен с помощью реализации ряда мероприятий:

1) систематический учет всевозможных факторов, оказывающих влияние на распределение прибыли, а также минимизация негативного их влияния на данный процесс;

2) использование положительного финансового результата деятельности предприятия лишь по целевому назначению;

3) непрерывный анализ эффективности использования чистой прибыли и фондов денежных средств, сформированных за счет отчислений из нее;

4) четкая реализация выбранной дивидендной политики [4, с.288].

Список литературы:

1. Кусый М.Ю. Управление прибылью субъекта хозяйствования / М.Ю. Кусый, А.Р. Науменко // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. — 2015. — № 3 (32). — С. 48-54.
2. Романова, А.Т. Экономика предприятия: Учебное пособие / А.Т. Романова. - М.: Проспект, 2016. - 176 с.
3. Сафронов, Н. А. Экономика организации (предприятия) / Н.А. Сафронов. - М.: Магистр, 2015. - 256 с.
4. Шеина Е. Г., Кошелева В. И. Политика формирования и распределения прибыли на предприятии // Вестник Прикамского социального института. 2017. № 3 (78) С. 89–98.
5. Ярмоленко Л. И., Демура Н. А., Повышение производительности труда - важнейший резерв развития экономики // Актуальные проблемы экономического развития. VII международная научно-практическая конференция. Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2016. С. 297-301.

УПРАВЛЕНИЕ ПРИБЫЛЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

**Мясоедов Р.А., ст. преподаватель,
Часовская К.И., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В условиях современной экономики каждый экономический субъект преследует несколько конкретных целей. Главной среди них считается извлечение положительного финансового результата, а именно прибыли. Получение её считается неотъемлемым условием функционирования предприятия, ведь ни одно предприятие не сможет функционировать, не получая прибыль, в противном случае деятельность предприятия будет бессмысленна.

Ключевые слова: прибыль, чистая прибыль, управление прибылью.

Прибыль имеет многозначное значение. С одной стороны, она представляет собой основной стержень и главную движущую силу рыночной экономики, а также является ключевым побудительным мотивом деятельности предпринимателей. С другой, прибыль является систематическим показателем, отображающим итоги хозяйственной деятельности предприятия, по этой причине данному показателю в рыночной экономике уделяют большое внимание [5].

Современные экономические дисциплины трактуют прибыль, как экономическую категорию товарно-денежных отношений, охватывающую широкий круг общественных отношений, связанных с образованием, распределением и использованием дополнительного продукта [6].

Как важнейший показатель рыночных отношений прибыль выполняет ряд следующих функций:

1. Оценочная функция, она характеризует экономический эффект, полученный в результате хозяйственной деятельности.

2. Стимулирующая функция, которая связана с формированием прибыли и её дальнейшим применением, что дает возможность не только выступать источником потребления и материального поощрения работников, но и создавать доходы государства, банковской системы, страховых компаний и т.д.

3. Распределительная функция прибыли, выражается в том, что она является одним из источников формирования бюджетов различных уровней.

Выделяют три ключевых источника извлечения прибыли. Во-первых, это извлечение прибыли за счет монопольного расположения предприятия согласно выпуску, той или иной продукции либо уникальности продукта. Во-вторых, источник прибыли сопряжен прямо с производственной и предпринимательской деятельностью. И в-третьих, источник связан с инновационной деятельностью фирмы [6].

На изменение величины прибыли оказывают влияние внешние и внутренние факторы, которые представлены на рис 1. При подборе путей повышения прибыли ориентируются в основном на внутренние факторы.

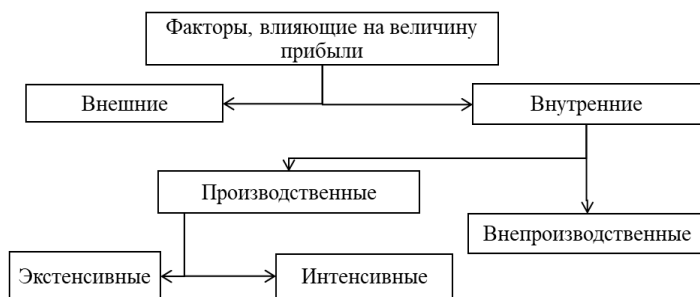


Рисунок 1 - Классификация факторов, влияющих на величину прибыли

Основные принципы распределения прибыли приведены ниже:

1. Часть прибыли, направленная на осуществление финансовых обязательств перед обществом в целом.
2. Прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия в следствии уплаты налогов, никак не должна сокращать его интерес в увеличении объемов производства, а также совершенствования результатов производственно-хозяйственной и финансовой деятельности.
3. Прибыль, поступающая в надлежащие государственные бюджеты в виде налогов и сборов, определяемая по ставкам, установленным государственными органами.
4. Прибыль, которая используется на материальное стимулирование работающих, а также на распределение между государством и предприятием [5].

Порядок распределения прибыли на предприятии представлен на рисунке 2.

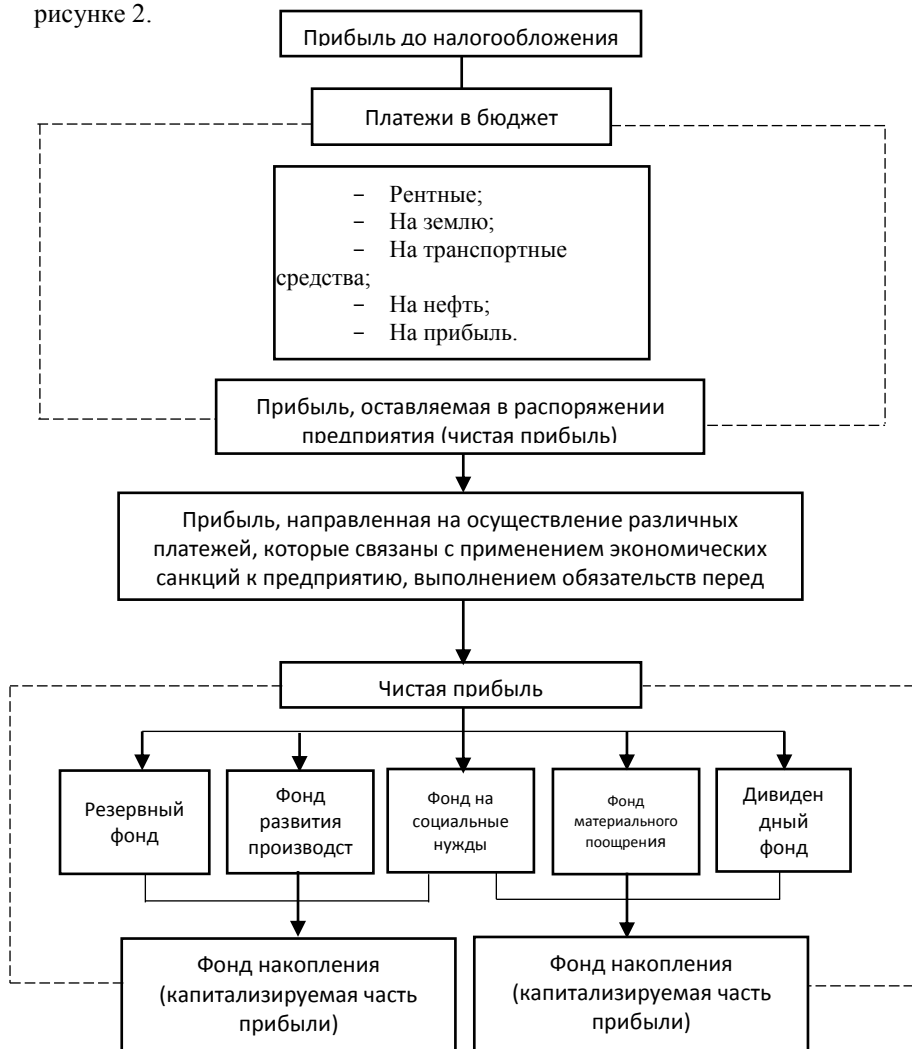


Рисунок 2 - Порядок распределения прибыли предприятия

На предприятии распределению подлежит чистая прибыль. Чистая прибыль – это прибыль предприятия, оставшаяся в распоряжении после

уплаты налогов и других обязательных платежей. Чистая прибыль может направляться:

- на формирование резервного фонда;
- на выплату доходов учредителям;
- на создание фондов целевого назначения.

Способы формирования и распределения прибыли требуют постоянного совершенствования методов управления этими процессами со стороны руководителей и финансовых менеджеров [4].

В трудах отечественных и зарубежных экономистов управление прибылью рассматривается как системный процесс принятия управленческих решений. При этом управление прибылью многими учеными-экономистами рассматривается как целенаправленная деятельность, интегрированная в общую систему управления организацией [2].

Практика отечественного и зарубежного планирования и регулирования прибыли предприятия позволяет сформулировать условия эффективного управления прибылью, а именно:

1. Увеличение прибыли до максимальных показателей, соответствующих ресурсному потенциалу организации и рыночной конъюнктуре;
2. Взаимосвязь системы управления прибылью и системы управления предприятием;
3. Оптимальное соответствие уровня получаемой прибыли и допустимым уровнем риска;
4. Высокое качество прибыли;
5. Достаточный уровень дохода на инвестированный капитал;
6. Формирование оптимального объема финансовых ресурсов за счёт прибыли в соответствии с задачами развития организации;
7. Постоянный рост рыночной стоимости бизнеса [2].

В условиях рыночной экономики каждое предприятия главной целью своей деятельности считает извлечение прибыли. Прибыль представляет собой один из финансовых итогов деятельности организации и указывает на эффективность её работы, которая достигается, в случае если доходы превышают расходы. В противном случае организация несет убытки. Повышение прибыли характеризует увеличение потенциальных возможностей предприятия, поднимает уровень его деловой активности. Тем не менее прибыль считается не только главной целью деятельности каждой коммерческой организации, но и важной экономической.

Список литературы:

1. Демура Н.А., Ярмоленко Л.И. Информационное обеспечение, состояние и перспективы экономического развития предприятий строительной индустрии // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №10. С. 186-193.
2. Мантуленко В.В., Керженцева А.А. Управление прибылью предприятия // Инновационная экономика: материалы Междунар. науч. конф. (г. Казань, октябрь 2014 г.). — Казань: Бук, 2014. — С. 48-50.
3. Мельник М.В. Комплексный экономический анализ: учеб. пособие / М.В. Мельник, А.И. Кривцов, О.В. Горлова. – М.: Изд-во ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. – 368 с.
4. Руденская И.П. Анализ финансовых результатов / И.П. Руденская, В.И. Скрипка // Аудит и финансовый анализ. — 2005. — № 1. — С.53–55.
5. Рудычев А.А. Экономика отрасли (строительство): учеб. пособие / под общ. ред. И.А. Кузнецовой, Н.А. Демура, Л.И. Ярмоленко. – Б.: Изд-во БГТУ, 2013. – 174 с.
6. Токоева Г.Д. Формирование и распределение финансовых результатов деятельности предприятия в современных условиях // Наука, новые технологии и инновации. - 2013. - №7. - С.136-137.

ИНФЛЯЦИЯ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ

**Мясоедов Р.А., ст. преподаватель,
Явтуховская Н.Д., студент**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Инфляция представляет собой достаточно сложное социально - экономическое явление, которое порождает диспропорции в различных сферах рыночного хозяйства. В данной статье проанализированы инфляционные показатели России за последние годы и обобщены теоретические аспекты инфляционных процессов как одной из экономических категорий.

Ключевые слова: инфляция, бюджет, дефицит, экономика страны.

Инфляция является одной из наиболее серьезных проблем современной экономики, которая отрицательно влияет на все стороны жизни общества. Данное экономическое явление представляет собой рост среднего уровня цен, который проявляется в обесценивании бумажных денег, что говорит о дисбалансе между совокупным спросом и совокупным предложением в экономике. Отрицательное воздействие инфляции на социально-экономические показатели общественной жизни страны определяет необходимость в непрерывном регулировании её факторов (рис. 1) [1,2].

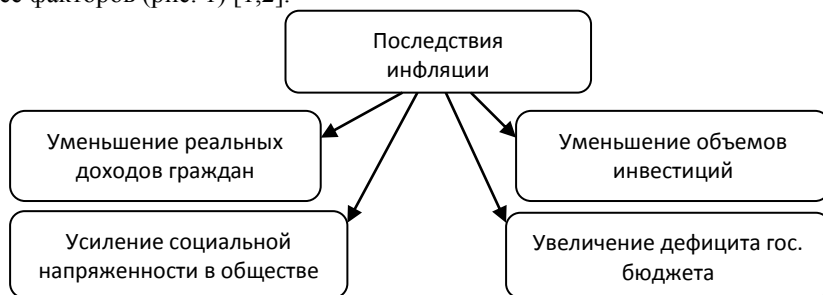


Рисунок 1 - Последствия инфляции

Дж. М. Кейнс писал, что не может быть более хитрого, более верного средства для того, чтобы опрокинуть основу общества, чем расстройство денежного обращения. Ярким примером тому могут послужить инфляционные процессы в России. Планово-распределительная система хозяйствования породила затратный

механизм хозяйствования и нарушение материальной и денежной сбалансированности в народном хозяйстве, следствием чего явилась диспропорция во всех сферах экономики, в частности:

- в распределении национального продукта на фонд накопления и фонд потребления и на базе этого проведения активной инвестиционной политики;

- в производстве средств производства и товаров народного потребления;

- в системе государственного ценообразования;

- в доходах и расходах государственного бюджета;

- в кредитных и финансовых ресурсах.

Экономика России реально столкнулась с инфляционными проблемами в начале 90-х годов при переходе от плановой экономики к рыночной. Отсутствие антиинфляционной программы и ориентация на монетаристские методы регулирования экономических процессов привели к галопирующей инфляции. Помимо этого, напряжение в стране усугублялось расстройством финансовой системы, разногласиями между центром и другими регионами, большими потерями государства из-за спада производства, затрат, связанных с военно-промышленным комплексом.

Рост оптовых и розничных цен в отсутствие конкуренции и государственного регулирования стремительно повышал затраты государства на содержание здравоохранения, армии, культуры, науки и образования. Увеличивался дефицит государственного бюджета, финансируемый за счет централизованных кредитов Банка России, создавая в денежном обороте ничем не обеспеченную массу платежных средств.

Из этого следует, что регулирование уровня инфляции необходимо, прежде всего, для стабильного развития экономики страны, для сглаживания неравномерного роста цен и уровня оплаты труда, а также для снижения имущественного неравенства и сдерживания нерационального перераспределения капиталов и квалифицированных кадров между секторами хозяйства [2,3].

Согласно данным Росстата (рис. 2) показатель уровня инфляции за 2017 год оказался минимальным за всю новейшую историю России и составил 2,5%, то есть гораздо ниже, чем ожидалось российскими аналитиками. В 2016 году показатель уровня инфляции составил 5,4% – рекордный в период до 2017 года (в 2015 году инфляция была равна 12,9%, в 2014 – 11,4%, в 2013 – 6,5%). По официальным данным, инфляция за 2014 впервые оказалась двузначной с 2008 года (13,3%).

Причин для резкого скачка инфляции очень много. К примеру, на начало 2014 года только четверть всей денежной массы российской экономики была в рублях, остальное – в фунтах, евро, долларах и пр. С введением санкций пришел кризис. Отсюда и повышение цен, удорожание импорта. Наравне с этим возрастает и ключевая ставка [4,5].

Что касается 2018 года, то инфляция составила 4,2%. Значение совпало с верхней границей прогноза ЦБ (3,9% - 4,2%), при этом оказалось выше прогноза правительства, заложенного в бюджет на 2018 год (3,4%).

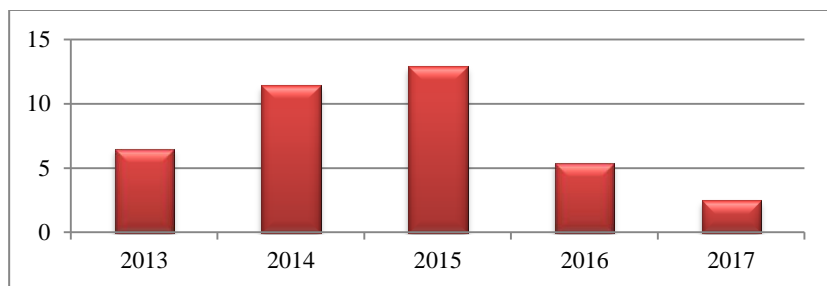


Рисунок 2 - Уровень инфляции в России за 2013-2017 года, %

Рекордно низкая инфляция за 2017 год объясняется умеренно-жесткой денежно-кредитной политикой ЦБ, а также спадом реальных доходов населения. За 11 месяцев 2017 года доходы населения в реальном выражении снизились на 1,4%. В 2016 году доходы снизились на 5,8% в реальном выражении, в 2015 году снижение составило 3,2%, в 2014 году – 0,7% [4].

Казалось бы, медленные темпы роста инфляции являются положительным показателем, поскольку деньги не обесцениваются, и на одну и ту же заработную плату можно приобрести один и тот же набор товаров и услуг. Но многие независимые эксперты в области экономики высказывают опасения о том, что экономика России входит в стадию стагнации, что ведет к более разрушительным последствиям.

Список литературы:

1. Алехин Б.И. Динамика инфляции в России и США // Экономический журнал. 2016. №44. С. 2-30.
2. Кудрин А. Инфляция: российские и мировые тенденции // Вопросы экономики. 2014. №10. С. 26-32.
3. Шевченко М.В., Сиридина С.С. К вопросу о бедности и неравенстве в современной России // Белгородский экономический вестник. 2016. № 4 (84). С. 42-47.
4. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru>
5. Центральный банк Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.cbr.ru>

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ДНР

Прокопенко А. В., ассистент
*Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры*

Аннотация. Статья посвящена изучению теоретических основ государственного регулирования экономических процессов на территории Донецкой Народной Республики, как основного фактора, влияющего на развитие и рост экономики и государственности в целом.

Ключевые слова: государственное регулирование, экономика, методы государственного регулирования, организационная структура государственного управления.

Учитывая сложившуюся геополитическую ситуацию на территории Донецкого региона, мы стали свидетелями возникновения Донецкой Народной Республики и становления ее государственности. За годы существования молодая республика пережила многое. Негативные факторы в экономике повлекли за собой колоссальные потери многим отраслям хозяйствования. В процессе взаимодействия работников, должностных лиц, органов исполнительной власти и других участников управленческой деятельности возникают определенные отношения, требующие обязательного регулирования со стороны государства.

Научными исследованиями в сфере государственного регулирования процессов экономического развития занимались различные зарубежные и отечественные ученые: Ф. Коттлер, Д. И. Хайдар, С. В. Степаненко, Н.А. Латынин, Г.В. Атаманчук и др.

Так, Филипп Коттлер выделял три основные причины возникновения государственного регулирования:

- законы принимают, чтобы дать определение понятию "недобросовестная конкуренция" и предотвратить ее проявления;
- необходимость защиты потребителей от недобросовестной деловой практики. Некоторые фирмы, оставшись без присмотра, могут начать выпускать плохие товары, лгать в рекламе, вводить в заблуждение посредством упаковки и уровня цен. С недобросовестной практикой по отношению к потребителям борются, используя соответствующие законы, различные государственные учреждения;

- необходимость защиты высших интересов общества от разнузданности предпринимателей. Ведь предпринимательская деятельность не всегда обеспечивает нам лучшее качество жизни[1].

Основоположителем теории государственного управления экономики принято считать Джона Мейнарда Кейнса. А первые упоминания о каких-либо регулирующих методах, исходят из глубокого прошлого, и берут свое начало еще в средневековье. Уже тогда, для поощрения различных видов деятельности, предоставлялись льготы в налогообложении.

В современном экономическом словаре, государственное регулирование экономики – это воздействие государства в лице государственных органов на экономические объекты и процессы и участвующих в них лиц; осуществляется, чтобы придать процессам организованный характер, упорядочить действия экономических субъектов, обеспечить соблюдение законов, государственных и общественных интересов[2].

По мнению ученого Гарвардского университета Д. И. Хайдара, государственное регулирование – это комплекс мер, действий, применяемых государством для коррекций и установления основных экономических процессов[3].

В энциклопедии государственного управления государственное регулирование определяется как совокупность инструментов, с помощью которых государство устанавливает требования предприятиям и гражданам. Оно включает законы, формальные и неформальные распоряжения и вспомогательные правила, которые устанавливаются государством, а так же негосударственными организациями или организациями саморегулирования, которых государство наделило регуляторными полномочиями [4].

По мнению С. В. Степенко, государственное регулирование экономики – это целенаправленная деятельность государства по созданию правовых, экономических и социальных условий, необходимых для наиболее эффективного функционирования рыночного механизма и минимизации его негативных последствий[5].

Определение, данное М.А. Латыниным, звучит так: государственное регулирование – это способ действий субъекта регулирования, который основан на базовых принципах и функциях, обеспечивая с помощью определенных форм, методов и способов эффективное функционирование системы государственного регулирования, для достижения поставленной цели и решения противоречий[6].

Неотъемлемым элементом управленческой деятельности являются функции государственного управления. Г.В. Атаманчук в своих трудах опирается на известное выражение И.В. Гете «функция – это существование, мыслимое нами в действии» и предлагает другое определение: «Функция является, конечно, отношением, с помощью которого одна сторона, в нашем случае – государство, переносит свою сущность на другую – общество. Речь идет именно про общественные функции государства, поскольку государство без взаимодействия с обществом теряет любое значение, а ее общественная сущность познается так же через эти функции»[7].

Специалисты науки управления под понятием «функция» считают основные виды деятельности, которые должны осуществляться управленцами. Функции управления - основа формирования структуры системы, управляющей взаимодействием ее компонентов. Поэтому и функции управления принято считать одной из основных, фундаментальных категорий науки государственного управления[8].

По нашему мнению, государственное регулирование экономики это – функция управления процессами экономики, в лице органов государственной власти, направленная на обеспечение упорядоченности действий всех субъектов экономических отношений с помощью совокупности различных механизмов. Так же мы можем выделить основные цели государства в вопросах государственного регулирования:

- оказание воздействия на активность субъектов хозяйствования;
- формирование благоприятного климата для развития различных сфер и отраслей;
- достижение продуктивной занятости населения;
- защита потребителей и интересов общества;
- обеспечение мощной материальной основы для роста благосостояния населения.

В развитых странах для функционирования механизма государственного регулирования экономики применяются такие методы государственного регулирования как правовые, административные и экономические.

Выделяют следующие общие функции государственного регулирования экономики:

- целевая, которая заключается в определении целей, приоритетов и основных направлений развития экономики;

- стимулирующая, которая предполагает формирование таких рычагов и регуляторов, способных эффективно влиять на деятельность субъектов хозяйствования;
- регламентирующая, способная с помощью нормативно-правовой базы определить правила деятельности для субъектов хозяйствования, сформировать соответствующий правовой пространство;
- корректирующая, которая сводится к внесению определенных изменений в ход реализации экономической политики с целью устранения негативных изменений;
- социальная, которая предусматривает регулирование государством социальных отношений, перераспределение доходов, социальная защита и социальные гарантии;
- контролирующая, которая означает государственный надзор и контроль за выполнением и соблюдением нормативно-правовых актов, норм и стандартов;
- непосредственное управление нерыночным сектором экономики[9].

Для регулирования экономики Донецкой Народной Республики необходимо применение вышеуказанных функций. На сегодняшний день ДНР живет полагаясь на Украинское законодательство, что наносит свой отпечаток и на экономические отношения в Республике. Остро стоит задача выработки механизма эффективного управления, нацеленности на конкретный результат. Все это требует законодательно-нормативной основы, а в первую очередь нужно заняться совершенствованием экономического законодательства. Необходимо разработать такую законодательную базу, которая поможет создать привлекательные условия не только для наших граждан, а и привлечет внешних инвесторов. Сильное и независимое государство станет гарантом успешного развития социальной сферы, медицины, образования, культуры и промышленного комплекса.

Государственное регулирование имеет важнейшее влияние на развитие экономики страны. Любая страна мира принимает активное участие в регулировании экономики. Эффективная система государственного регулирования экономики обеспечивает стремительное развитие основных направлений экономической и социальной деятельности. Государство должно иметь особенную роль в обществе для успешного управления ситуацией.

Выводы. Исследования теоретических основ государственного регулирования показывают, что на сегодняшний день, нет однозначного определения данного понятия, что свидетельствует об актуальности

вопроса и необходимости его дальнейшего изучения. Для формирования комплексного подхода обязательными являются исследования знаний ученых и анализ опыта зарубежных стран, которые смогли успешно трансформировать свою экономику и привести государство к высокому уровню развития и процветания. Для достижения высокого уровня развитости государства, в первую очередь, необходимо совершенствование законодательной базы, которая приведет Донецкую Народную Республику к экономической независимости, эффективности и стабильности.

Список литературы:

1. Ф. Котлер Основы маркетинга Краткий курс пер с англ — М.: Издательский дом "Вильямс", 2007. 656 с.
2. Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь//6-е изд., перераб. и доп., М., ИНФРА-М, 2011.
3. Haidar, J.I., Impact of Business Regulatory Reforms on Economic Growth // Journal of the Japanese and International Economies, Elsevier, vol. 26(3), p 285–307, September 2012
4. Енциклопедія державного управління : у 8 т. / Нац. акад. держ. упр. при Президентіві України ; наук.-ред. колегія : Ю. В. Ковбасюк (голова) та ін. //К. : НАДУ, 2011. Т. 4 : Галузеве управління / наук.-ред. колегія : М. М. Іжа (співголова), В. Г. Бодров (співголова) та ін. – 2011. 648 с.
5. Основные подходы, направления и инструментарии государственного регулирования экономики Электронный ресурс // Актуальные проблемы государственного управления. 2013. Режим доступа: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej2/txts/galuz/05lmaseu.pdf>.
6. Латынин Н.А. Теоретические подходы к определению механизма государственного регулирования развития аграрного сектора экономики Украины / Н.А. Латынин. - Режим доступа: <http://www.academy.gov.ua/ej/ej2/txts/galuz/05lmaseu.pdf>
7. Атаманчук Г.В. Теория государственного управления: курс лекцій./Г.В. Атаманчук. – 3-е изд., доп. //М.: ОМЕГА-Л, 2005. 584 с.
8. Радукин В.П. Основы управления: учеб. / Радукин В.П., Ойнер К.Ф., Семяшкин Ф.И. и др. – М.: Высшая школа, 1986. 271 с.
9. Дідківська Л. Державне регулювання економіки : [навчальний посібник] / Л. Дідківська, Л. Головка. – К. : Знання-Прес, 2000. 316 с.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Пучка О.В., канд. техн. наук, профессор,
Юракова Т.Г., канд. техн. наук, доцент,
Юраков Н.С., магистрант**

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Управление рисками на предприятиях пищевой промышленности для обеспечения безопасности выпускаемой продукции. Алгоритм выявления рисков и потенциально опасных факторов с последующим анализом и применением корректирующих мероприятий по снижению их воздействия на человека.

Ключевые слова: анализ рисков, идентификация опасностей, управления рисками и мониторинг, внутренний контроль.

Обеспечение безопасности пищевых продуктов, выпускаемых предприятиями, является приоритетной задачей в настоящее время.

Стандартизация в области менеджмента риска на международном уровне началась сравнительно недавно. В настоящее время существует множество стандартов для создания систем управления безопасностью пищевой продукции на предприятии, такие как: ISO 22000, FSSC 22000, BRC, IFS. Нормативные документы по риск - менеджменту в нашей стране представлены следующими нормативными документами: ГОСТР 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения», ГОСТР 51898-2002 «Аспекты безопасности. Правила включения в стандарты»; серия стандартов ГОСТР 51901, ГОСТР ИСО 31000-2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство» и др., направленных на предотвращение рисков и управление безопасностью пищевой продукции. Наиболее эффективной в данной области является система ХАССП.

В Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевых продуктов», сказано, что для обеспечения соответствия нормативным требованиям выпускаемой пищевой продукции производителем необходимо внедрить процедуры обеспечения безопасности в процессе ее производства, а также разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП [1].

Таковыми процедурами являются: внедрение и эффективное функционирование системы управления безопасности пищевой

продукции на основе принципов ХАССП, которые дают возможность управлять различными видами опасностей, возникающих при ее производстве, обеспечивая безопасность человека при ее употреблении. [2].

Значение внутреннего контроля в настоящее время трудно переоценить, он внедряется во все бизнес-процессы предприятий, при этом затрагиваются все сферы деятельности, поскольку количество и уровень рисков растет.

Система внутреннего контроля включает в себя: аудит, комплаенс, идентификацию рисков, анализ рисков, их оценку, управление рисками и мониторинг.

Согласно нормативным документам риск это сочетание вероятности события и последствий. Чтобы эффективно организовать процесс управления рисками необходимо проводить комплекс мероприятий по их управлению с минимальными потерями.

Риски делятся на внутренние, которые в большей степени зависят от финансово-хозяйственной деятельности организаций, на них может влиять персонал организации, потому и называют их управляемыми и внешние, которые возникают спонтанно, независимо от деятельности организации, из-за этого их называют неуправляемыми.

Алгоритм управления рисками следующий. Сначала необходимо провести качественную и количественную их оценку для создания матрицы рисков для предприятия. Затем классифицировать в зависимости от потерь, причин возникновения и частоты. Следующий этап - это активное управление рисками при помощи анализа отклонений и процедур внутреннего контроля в течение определенного времени. В дальнейшем руководство предприятия принимает решение о корректировке системы внутреннего контроля и управления рисками.

Рассмотрим поэтапно анализ рисков и опасностей для выявления их роли в системе обеспечения качества и безопасности пищевой продукции. В таблице 1 представлена последовательная оценка риска пищевой продукции.

Таблица 1- Оценка риска качества и безопасности пищевой продукции

Этапы анализа опасностей	Характеристика опасностей
1.Идентификация риска	Выявление потенциально опасных факторов, оценка связи между изучаемыми факторами и здоровьем человека

Продолжение табл. 1

2. Оценка зависимости	Выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями зависимости
3. Оценка воздействия	Определение источников загрязнения, которые воздействовали ранее, воздействуют в настоящее время и которые, в дальнейшем, могут воздействовать на людей; установление уровня воздействия и концентрацию загрязнений
4. Характеристика риска	Расчет опасностей для человека, сравнение опасностей с допустимыми уровнями, сравнительная оценка опасностей путем ранжирования их по степени медико-биологической и социальной значимости

Оценка риска необходима для определения предельно допустимого уровня, а также для выявления негативных последствий, которые могут причинить вред здоровью человека.

Сравнительная оценка опасностей предполагает определение потенциального источника его возникновения.

В данном случае источником возникновения опасностей являются ресурсы, вовлеченные в процесс производства пищевой продукции. Необходимо соблюдать принципы контроля качества по безопасности пищевой продукции на всех стадиях ее жизненного цикла, начиная с оценки рисков сырья на предмет идентификации опасности, и заканчивая стадией ее потребления. В таблице 2 представлена схема этапов анализа опасностей пищевой продукции.

Таблица 2 - Анализ опасностей пищевой продукции

Этапы оценки риска	Характеристика риска
1.Идентификация опасностей	Все опасности пищевой продукции, возникновение которых зависит от вида продукции, типа процесса и технологического оборудования, должны быть идентифицированы и зарегистрированы
2.Оценка опасностей	Опасности пищевой продукции должны быть оценены в соответствии с возможностью последствий отрицательных воздействий на здоровье человека и вероятностью их возникновения
3.Выбор и оценка методов контроля	В зависимости от строгости применения допущения относительно воздействия на определенные опасности; возможность мониторинга; последствия в случае отказа контроля; прогноз усиливающихся эффектов при отрицательном воздействии опасностей

Проводя сравнительный анализ оценки риска и опасностей, можно сделать следующие выводы.

Оценка риска состоит из таких этапов, как идентификация риска; оценка риска; выбор и оценка методов контроля. На этапе идентификации риска рассматриваются все потенциальные опасности, которые могут возникнуть в процессе производства, переработки, распределения, хранения и использования пищевой продукции и их компонентов, от производства сырья до потребления готовой продукции. Также при оценке риска на этапе идентификации определяются потенциально опасные факторы для жизни и здоровья человека, а также вероятности наступления неблагоприятных событий.

При оценке рисков моделируются возможные последствия от влияния единичной опасности или комплексного воздействия множества опасностей, декларируя это во внутренних документах предприятия, также определяются возможные места загрязнения.

В результате рассчитываются пороговые значения воздействия опасностей на население в целом, которые будут считаться критерием для определения ущерба в случае развития неблагоприятной ситуации.

В конечном счете, оценка риска предусматривает процедуры ранжирования загрязнений, определения приоритетных медицинских мероприятий в области профилактики и мониторинга загрязнений.

Анализ риска качества и безопасности пищевой продукции представляет практическую значимость, заключающуюся в обеспечении безопасности и качества выпускаемой продукции в цепочке движения от производителя до потребителя.

Оценка опасностей является процедурой внутреннего мониторинга организаций, носящей предупредительный характер, который работает на формирование деловой репутации предприятия и преимуществ среди конкурентов.

Социальная и экономическая значимость от применения оценки рисков качества и безопасности пищевой продукции очевидна ввиду отсутствия механизма защиты интересов потребителей.

Таким образом, каждая организация, в зависимости от своих ресурсов и преследуемых целей, самостоятельно выбирает на базе какого стандарта построить систему безопасности продукции. И, независимо от того, какой стандарт пищевой безопасности будет внедрен на предприятии, необходимо обеспечить своевременное выявление критических процессов и рисков пищевой безопасности, а также сконцентрировать на них основные ресурсы и усилия предприятия, способствовать росту доверия потребителей к производимой продукции и повышению конкурентоспособности организации; гарантировать стабильность качества и безопасности выпускаемой продукции для потребителей и партнеров, тем самым расширяя рынки сбыта.

Список литературы:

1. Технический регламент таможенного союза 021/2011 О безопасности пищевой продукции М., 2011. С. 20-21.
2. ГОСТ Р ИСО 22000- 2007 Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в

- цепи создания пищевой продукции. М.: Стандартиформ, 2012. С. 1-10.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. - М.: 2004. – 340 с.
 4. Оценка риска возможного причинения вреда при разработке критериев безопасности продукции для жизни и здоровья населения. Методические рекомендации. - М.: ФГУЗ ФЦГиЭ, 2008. – 22 с.
 5. Food Safety System Certification: [Электронный ресурс] // URL: <http://www.fssc22000.com/>
 6. International Featured Standards: [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ifs-certification.com/>
 7. BRS Global Standards: [Электронный ресурс] // URL: <https://www.brcglobalstandards.com/>.
 8. Воронова А.Г., Юраков Н.С., Юракова Т.Г. Управление качеством продукции на предприятиях как результат высокой конкурентоспособности.//Материалы VI Международной конференции в области товароведения и экспертизы товаров «Проблемы идентификации, качества и конкурентоспособности потребительских товаров» – Курск: Изд-во Юго-Западный государственный ун-т, 2018.- С. 83-85.

МЕРЧАНДАЙЗИНГ КАК АКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОРГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рыжов А.В., магистрант

*Новосибирский государственный университет
экономики и управления «НИИХ»*

Аннотация. Применение мерчандайзинга в современных условиях хозяйствования выступает объективно необходимым средством, позволяющим активизировать сбытовую деятельность производителей и повысить эффективность торговой деятельности предприятий розничной торговли. Комплексное использование розничными торговцами инструментария мерчандайзинга позволяет им увеличить объемы продаж потребительских товаров при условии оптимизации величины торговой надбавки и минимизации совокупных затрат, связанных с их продажей.

Ключевые слова: мерчандайзинг, торговля, эффективность, маркетинг.

Мерчандайзинг можно охарактеризовать как инструмент маркетинга в розничном торговом предприятии, как «маркетинг в стенах магазина». На рубеже XX-XXI веков о мерчандайзинге в нашей стране слышали немногие. Сегодня активно применять этот инструмент стремится каждый управляющий розничной торговой организацией [2].

С ростом торгового сервиса во всем мире, и в России, с распространением новой парадигмы ведения бизнеса, основной акцент в продвижении переносится на потребителя. Именно поэтому мерчандайзинг все в большей степени рассматривается как торговая услуга, без которой невозможно обойтись ни потребителю, ни производителю товара.

Потребительский рынок в нашей стране сегодня характеризуется значительными структурными изменениями. Это связано с активным развитием розничной торговли, сложившимися тенденциями роста сети современных высокоэффективных форматов продвижения. Торговля является одной из отраслей, претерпевших кардинальные изменения после распада Советского Союза.

Современная розничная торговля выступает индикатором развития экономики и характеризует как состояние производства, так и экономическую безопасность страны [3].

Эффективные методы мерчандайзинга являются актуальными для всех субъектов, работающих на потребительском рынке. Вместе с тем, отсутствие инвестиций в разработку и реализацию программ по продвижению товаров и услуг на рынке означает потерю контроля над продажей товара в конечном звене товародвижения - розничной торговой сети. Можно предположить, что если продукция предприятия-производителя продается хорошо, это еще не означает, что она продается лучше продукции предприятий-конкурентов. Разницу между категориями «хорошая продажа» и «продажа лучше других», и характеризует мерчандайзинг. Именно он и является неотъемлемым элементом современного торгового маркетинга.

Специалисты в области продаж всегда стремились научиться управлять вниманием покупателя с целью, чтобы последний воспринимал товар или услугу в выгодном для продавца свете и совершал покупки. Необходимость этого обусловлена тем, что применение канонических способов ведения конкурентной борьбы и концепции комплекса маркетинга (товарная, ценовая, сбытовая и коммуникационная политики) даже для зарождающегося рынка оказались недостаточно эффективными.

Результативность прогрессивных форм торговли зависит не только (и не столько) от качества и цены товаров, продающихся в данных местах продажи. В большей степени она зависит от разнообразия предлагаемых сервисных торговых услуг. Ведущей услугой сферы торговли является сегодня мерчандайзинг. Он создает дополнительную ценность продвигаемого товара, увеличивая его потребительскую стоимость. Сумма увеличенной потребительской стоимости по каждому товару образует потребительскую стоимость самого магазина, повышает уровень его конкурентоспособности.

Это объясняет важность мерчандайзинга в период активизации новых форм торговли. Как отмечают Л.П. Дашков и В.К. Памбухчиянц, в отечественной розничной торговле существует значительный неудовлетворенный спрос на магазины с более высоким качеством обслуживания. Именно поэтому из года в год в структуре розничного товарооборота растет доля продаж в сети гипермаркетов [1].

На фоне развития сети гипер- и супермаркетов магазины шаговой доступности теряют свою популярность и востребованность у покупателей. Предлагаемые ими цены на 10-15% ниже цен в небольших розничных торговых предприятиях. Даже при всех своих территориальных преимуществах, магазины «у дома» не могут

конкурировать с высокотехнологичной, ориентированной на маркетинг торговой сетью [1].

Современные и перспективные формы розничной торговли имеют значительные конкурентные преимущества по сравнению с прежними. Они определяются, прежде всего, такими параметрами как качество реализуемого товара, удобство парковки, местоположение гипермаркета, уровень торгового обслуживания и предоставляемых торговых услуг, широта и глубина ассортиментного предложения. Указанные положения еще раз позволяют утверждать о важности мерчандайзинга, как активного инструмента торгового маркетинга.

Возрастающая конкуренция в сегменте розничной торговли меняет приоритеты. От уровня доступности продукта для потребителя переходят на уровень окружения этого продукта дополнительными услугами. Свои конкурентные преимущества сфера торговли стремится реализовывать за счет совершенствования комплекса торговых услуг. Именно это и определяет то, что мерчандайзинг становится ведущим инструментом обеспечения преимущества в конкурентной борьбе между различными форматами розничной торговли [2].

Определяющими тенденциями в развитии отечественной розничной торговли являются: рост общего объёма розничного товарооборота, усиление конкуренции между торговыми фирмами в сегменте розничных продаж; использование в своей работе современных технологий продвижения товаров и услуг, прежде всего, мерчандайзинга.

Эффективность мерчандайзинга складывается благодаря взаимовыгодному сотрудничеству двух противоположенных сторон - розничного торгового предприятия и производителя товара. При этом, если производители преследуют только свои локальные коммерческие цели, то сфера розничной торговли должна внимательно относиться ко всем торговым маркам, продвигаемым к конечным потребителям. Критерием приоритетности принимаемых управленческих и организационных решений для сферы розничной торговли являются такие факторы как: размер розничного товарооборота, темпы роста розничного товарооборота, норма прибыли с единицы реализуемого товара, сезонность продаж.

Выявление концептуальных противоречий между производителем и сферой торговли, их исследование и поиск путей разрешения является достаточно актуальной проблемой при формировании и реализации мероприятий мерчандайзинга. Усиливающаяся конкуренция в сферах

производства и розничной торговли вынуждает всех участников коммерческих отношений идти на взаимовыгодное сотрудничество.

Принято считать, что главным принципом эффективного мерчандайзинга является его нацеленность на обеспечение должного взаимодействия всех участников канала распределения, совместных усилий производителя, оптового посредника и розничного продавца.

Реализация мерчандайзингового плана возможна только в том случае, если он учитывает интересы всех участников процесса продвижения. При этом приоритетное внимание уделяется потребностям покупателя [2].

Эффективность услуги в области мерчандайзинга может оцениваться производителем, как с точки зрения собственных критериев, так и с точки зрения критериев розничного торговца. Для производителя - это оборот товара, чистая прибыль, доля рынка. А эффективность с точки зрения розничного торговца – валовый розничный товарооборот, чистая прибыль, прибыль на 1 м² торговой площади, прибыль на одного работника торговли, удовлетворенность потребителя. Поэтому при оценке эффективности мероприятий в области мерчандайзинга подходят с двух позиций - позиции производителя и позиции предприятия розничной торговли.

Список литературы:

1. Дашков Л.П., Памбухчиянц В.К., Памбухчиянц О.В. Коммерция и технология торговли: учебник. М.: ИТК «Дашков и К», 2012. 697 с.
2. Перезовова О.В. Маркетинговые технологии: брендинг, мерчандайзинг: учебное пособие. Челябинск: Челябинский Дом печати, 2017. 53 с.
3. Щетинина Н.А. Стратегический подход к развитию региональной розничной торговли /Н.А. Щетинина//Современное коммуникационное пространство: анализ состояния и тенденции развития: материалы Всероссийской межвузовской научно-практической конференции с международным участием (Новосибирск, 17-18 апреля 2012 г.) / под ред. И.В. Архиповой.- Новосибирск: НГПУ, 2012.- С.143-149.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА БАНКРОТСТВА ОРГАНИЗАЦИИ И ПОДХОДЫ К ЕГО ОЦЕНКЕ

Серова Е.Г., канд. экон. наук, доцент,
Павлова Ю.А., магистрант

Белгородский университет кооперации, экономики и права

Анотация. Одной из важнейших задач финансового управления является обеспечение устойчивого финансового положения организации и недопущение финансовой несостоятельности (банкротства), для чего необходимо уметь прогнозировать и оценивать влияние различных факторов, как внешних, так и внутренних. Также необходимо вести мониторинг финансового состояния организации, в частности, на предмет наличия риска банкротства. В статье отражаются факторы, влияющие на финансовую стабильность организаций, а также дается краткий обзор наиболее известных методик прогнозирования риска банкротства с акцентом на их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: банкротство, риск банкротства, прогнозирование банкротства

Банкротство организации – это результат негативного влияния разнообразных внешних и внутренних факторов развития организации в рыночных условиях. Мировая практика банкротства показала, что угроза финансовой нестабильности организаций возникает в среднем на 25-30% из-за внешних факторов и на 70-75% из-за внутренних, связанных с неумелым, нерациональным управлением. При этом в развитых зарубежных странах ли соотношения имеют следующие значения: внешние факторы составляют 10-15%, внутренние - 85-90%, в России внешние и внутренние факторы составляют примерно по 50%.

Если организации практически не могут или слабо влияют на негативные воздействия внешней среды, то влияние внутренних факторов является результатом управленческих решений администрации организации.

Факторы разделяются на:

- внутренние, которые связаны с ошибками и упущениями управления и персонала внутри организации;
- внешние, которые появляются за пределами организации и организация не имеет возможности воздействовать на них.

К внутренним факторам относятся:

- 1) появление убытков организации, связанных с неспособностью продукта благополучно соперничать с другими продуктами,

оказавшимися на рынке, несвоевременное обновление ассортимента товарной продукции;

2) резкое увеличение издержек производства и реализация продукта, что может быть вызвано использованием дорогих технологий, средств и предметов труда и т.д.;

3) потеря уровня культуры изготовления и культуры организации в целом, которая подразумевает квалифицированный состав персонала, технический уровень производства и т.д.

Большое количество всевозможных неудач компаний связано как раз с внутренними причинами, но также весомую роль играют внешние предпосылки несостоятельности организации, с ними труднее правиться.

К внешним факторам относятся:

1) размер и структура потребностей населения;

2) уровень доходов и накоплений населения, а, следовательно, и его покупательная способность (сюда же могут быть отнесены уровень цен и возможность получения потребительского кредита, что существенным образом влияет на предпринимательскую активность);

3) политическая стабильность и направленность внутренней политики;

4) развитие науки и техники, которое определяет все составляющие процесса производства товара и его конкурентоспособность;

5) уровень культуры, проявляющейся в привычках и нормах потребления, предпочтениях одних товаров и отрицательном отношении к другим;

6) международную конкуренцию.

Одни из указанных факторов могут вызвать внезапное банкротство предприятия, другие постепенно усиливаются и накапливаются, вызывая медленное, труднопреодолимое движение предприятия к спаду производства и банкротству. [1]

Учитывая все выше сказанное, необходимо проводить периодический мониторинг вероятности риска банкротства организации, используя соответствующие методики прогнозирования возможного наступления финансовой несостоятельности (банкротства) организации.

Большинство современных как отечественных, так и зарубежных специалистов определяют два основных подхода к определению риска наступления банкротства.

Один подход можно определить как финансовый подход, так как он базируется на финансовых данных о деятельности экономического

субъекта, используя при этом количественные показатели. Это, как правило, многофакторные модели, которые предусматривают учет изменений в экономике и внешней среде предприятия. Второй подход можно определить как статистический подход, в основе которого лежат статистические данные о предприятиях-банкротах.

При обоих подходах ключевым аспектом является определение оптимального значения финансовых коэффициентов, обеспечивающего надежность и достоверность в определении вероятности наступления банкротства.

Несмотря на то, что в современной практике прогнозирования финансовой несостоятельности существует огромное количество различных методик и подходов в определении угрозы наступления банкротства с определенной степенью вероятности, в этой сфере существует достаточно много проблем в единообразном подходе.

Наиболее известными и значимыми среди зарубежных моделей прогнозирования банкротства являются модели: Э. Альтмана, Р. Таффлера, Г. Тишоу, У. Бивера, Ж. Коннана, М. Гольдера, Г. Стрингейта, Д. Фулмера, Р. Лиса, А. Стрикленда, Дж. Ольсона.

Необходимо отметить, что зарубежные модели прогнозирования несостоятельности организаций во многих случаях не соответствуют российским стандартам бухгалтерского учета. Следовательно, данное несоответствие не позволяет принять объективное и обоснованное решение по финансовому состоянию субъекта.

Многие из зарубежных специалистов достаточно подробно осветили в своих моделях причины возникновения кризиса, виды кризисов и этапы формирования антикризисной стратегии. Данным вопросам посвятили свои работы А. Томпсон, Ж. Ришар, З. Хелферт, Р. Холт.

Среди отечественных моделей наибольшее распространение получили модели: О.П. Зайцевой, Г.В. Савицкой, Р.С. Сайфуллиной и Г.Г. Кадыкова, Г.В. Федоровой, Л.Т. Гиляровской, А.А. Вехоревой, В.В. Витрянского, С. Зинченко, Н. Лившица, В. Лопача, О. Никитина, Давыдовой-Беликовой и т.д. Данные специалисты сделали упор в своих трудах на методику проведения анализа количественных и качественных показателей, которые оказывают влияние на платежеспособность и финансовую устойчивость предприятия.

В отечественной практике прогнозирования угрозы наступления кризиса многими специалистами применяются методические рекомендации, разработанные в соответствии с Федеральным законом. Данный нормативный документ определил отечественную систему

показателей для оценки неплатежеспособности организаций. Но, несмотря на большое количество различных моделей оценки степени риска банкротства, в современной экономической науке нет единого формализованного подхода, каждая модель опирается на свою группу показателей и нормативных значений.

Основными проблемами применения зарубежных моделей прогнозирования банкротства в российской практике являются:

- отсутствие статистики по предприятиям банкротам;
- неопределенность базы расчета весовых показателей;
- отсутствие взаимосвязи нормативных значений с условиями и особенностями российской экономики;
- в расчетах используются устаревшие данные;
- отсутствует возможность проанализировать динамику изменения вероятности наступления несостоятельности;
- отсутствие отраслевой специфики [2].

Если говорить о применении российских моделей в целях прогнозирования финансовой несостоятельности, то их применение, так же, как и зарубежных моделей, связано с их несоответствием современным условиям российской экономики. Самым существенным недостатком российских моделей является то, что большинство из них не позволяют спрогнозировать риск несостоятельности с наибольшей точностью. Это связано с тем, что точность расчетов вероятности наступления банкротства зависит от исходной информации.

Кроме того, если сравнивать зарубежные и российские модели банкротства, основным существенным расхождением являются подходы к расчету показателей финансовой устойчивости и платежеспособности деятельности.

Большинство моделей использует для анализа финансового состояния три и более коэффициентов, причем многие из них учитывают финансовые показатели деятельности на момент осуществления анализа и не учитывают динамику изменения показателей во времени.

Одной из наиболее объективных методик оценки степени риска несостоятельности является модель Давыдовой-Беликова, которая была разработана в Иркутской государственной экономической академии. Модель включает в себя четыре фактора, на основе которых строится регрессионное уравнение, с помощью которого определяется итоговый показатель риска финансовой несостоятельности.

Существенными недостатками данной модели являются:

– отсутствие взаимосвязи с отраслевой спецификой деятельности организаций, по причине четко установленных критериев оценки финансового состояния;

– результаты, полученные в ходе применения данной модели, действительны и достоверны только в течение короткого промежутка времени, как правило, не превышающем 90 дней.

Основным достоинством модели служит то, что в основе ее разработки лежит статистика российских предприятий, что дает возможность судить о наибольшей точности прогнозируемых данных.

Также наиболее распространенной моделью оценки вероятности банкротства, разработанной российскими учеными, является модель Р.С. Сайфуллина и Г.Г. Кадыкова. Разработчики данной модели совершили попытку адаптировать модель «Z-счет» Э. Альтмана к специфике российской экономики.

Основным недостатком модели является то, что итоговое значение не позволяет выявить и оценить причины возникновения неплатежеспособности организации. Нормативное значение итогового критерия модели не позволяет учитывать отраслевой направленности деятельности.

Далее рассмотрим особенности использования зарубежных моделей, применяемых в рамках деятельности российских организаций. Модель Альтмана используется на практике в двух вариантах: в форме двухфакторной и пятифакторной модели. Самой простой из них является двухфакторная модель. В основе данной модели лежит расчет двух показателей, определяющих платежеспособность и финансовую устойчивость организации.

Недостатком модели является невысокая точность итогового значения, так как модель рассматривает влияние только двух экономических показателей.

Следовательно, чем большее количество факторов входит в модель, тем более точно оценивается степень риска наступления несостоятельности. Такому требованию отвечает пятифакторная модель Э. Альтмана, с помощью которой проводится анализ финансового состояния организаций, не осуществляющих операций с акциями.

Основным недостатком пятифакторной модели является то, что в основе ее лежат статистические данные зарубежных предприятий, особенности деятельности которых существенно отличаются от условий хозяйствования российских организаций.

Достоинствами являются: определение влияния пяти экономических показателей, являющихся основными в характеристике

финансового состояние, сопоставимость используемых данных, возможность классификации организаций по степени риска банкротства.

Далее рассмотрим особенности модели У. Бивера. Так же как и Э. Альтамн, У. Бивер разработал пятифакторную модель оценки риска наступления банкротства. Недостаток модели заключается в том, что метод не предусматривает весовых коэффициентов при расчете общего показателя вероятности банкротства. Также данная модель, как и все зарубежные модели, не рассчитана на отраслевые особенности российской экономики. Таким образом, мы рассмотрели основные достоинства и недостатки отечественных и зарубежных моделей оценки вероятности банкротства.

В связи с этим все методики оценки несостоятельности можно условно разделить на три основные группы:

- модели с целевой направленностью;
- модели с прогнозной направленностью;
- модели, основанные на сравнительном анализе.

Модели с целевой направленностью позволяют оценить вероятность финансовой несостоятельности по отраслевому признаку. Модели с прогнозной направленностью позволяют осуществить ретроспективный анализ риска наступления банкротства по истечении длительного периода, как правило, максимальный срок прогноза составляет 5 лет. Сравнительные модели прогнозирования банкротства, как правило, дают оценку, основываясь на статистических данных по аналогичным предприятиям, исходя из которых были установлены нормативные критерии оценки финансового состояния [3].

Все существующие на сегодняшний момент методики редактируются с учетом происходящих изменений в экономике и нормах законодательства.

Список литературы:

1. Арутюнов, Ю.А. Антикризисное управление [Текст]: учебник // Ю.А. Арутюнов. – М.: ЮНИТИ, 2016. – 416 с.
2. Бирюков, А.Н. Ковалевская И.А. Диагностика как процедура прогнозирования степени близости предприятия к несостоятельности или банкротству [Текст]: журнал // А.Н. Бирюков. – М.: Проспект, 2017. – № 8 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2017/08/15240>
3. Гумерова, В.Р. Методы прогнозирования возможного банкротства предприятия и оценка их эффективности [Текст]: журнал // В.Р. Гумерова, А.А. Фаттахов. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2017. – № 4 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2017/04/14539>

ПРОЦЕССЫ ВНУТРЕННЕГО КОНТРОЛЯ

**Слабинская И.А., д-р экон. наук, профессор,
Ткаченко Ю.А., канд. экон. наук, доцент**
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Большое количество компаний на всем земном шаре страдает от неэффективного использования ресурсов, от недостатка или недостоверности информации и от ошибок в бухгалтерской отчетности. Такие проблемы можно обойти путем создания эффективной системы внутреннего контроля в компании.

Ключевые слова: внутренний контроль, процедуры контроля, мониторинг.

Процесс деятельности на предприятии проходит в пределах двух систем. Первая – операционная система, она необходима для достижения поставленных целей и задач. Вторая – система контроля, внедряющаяся в операционную систему.

Система внутреннего контроля предназначена для повышения вероятности и создания условий для осуществления поставленных целей.

На сегодняшний день понятие внутреннего контроля не новое.

Оно появилось в начале 18 века и эволюционировало со временем. Понятия системы внутреннего контроля на предприятии сформировалось в начале 20 века в виде трех совокупных элементов: разделение полномочий, ротация персонала, использование и анализ учетных записей. Со временем функции системы внутреннего контроля разрослись и вышли за пределы вопросов, относящихся к бухгалтерскому учету [2].

Внутренний контроль – это система, направленная на достижение целей организации, которые являются результатом работы руководителей по организации, планированию, мониторингу деятельности компании и ее подразделений.

Можно выделить следующие цели системы внутреннего контроля:

- ✓ обеспечение эффективной деятельности предприятия;
- ✓ обеспечение соблюдения политики предприятия каждым сотрудником;
- ✓ обеспечение сохранности имущества.

Для осуществления вышеупомянутых целей необходимо согласовать систему бухгалтерского учета и систему внутреннего

контроля, это связано с системой двойной записи, которая определяет порядок регистрации хозяйственных операций и обеспечивает контроль.

Процедуры и методы контроля являются одними из главных частей системы контроля. Индивидуальному предпринимателю, который является единственным работником в своей организации, особые процедуры контроля не нужны – ему нет смысла обманывать самого себя и подводить своих партнеров. На предприятиях, в которых задействовано большое количество работников, должны быть процессы и методы контроля, которые будут побуждать персонал действовать для достижения целей. Большой плюс таких методов в том, что в разы сокращаются факты сокрытия мошенничества. Процедуры внутреннего контроля обычно используются для крупных предприятий и по операциям с большими рисками.

На состав процедур внутреннего контроля могут влиять следующие факторы:

✓ объем, сложность, особенности видов деятельности предприятия;

✓ специфика системы бухгалтерского учета и контрольной среды.

Предприятия достигают целей контроля путём разработки и внедрения процедур внутреннего контроля на разных уровнях организации и на разных уровнях обработки информации.

Минфин России рекомендовал включать следующие процедуры внутреннего контроля:

1. Документальное оформление;
2. Подтверждение соответствия между объектами (документами) или их соответствия установленным требованиям;
3. Санкционирование (авторизацию) сделок и операций;
4. Сверку данных;
5. Разграничение полномочий и ротацию обязанностей;
6. Процедуры контроля фактического наличия и состояния объектов, в том числе физическую охрану, ограничение доступа, инвентаризацию;
7. Надзор, обеспечивающий оценку;
8. Процедуры, связанные с компьютерной обработкой информации.

Некоторые процедуры внутреннего контроля используют непосредственно к хозяйственным операциям, файлам данным, активов, записям. Эффективность таких процедур сильно увеличивается, если проводится их регулярная проверка, а распределенные функции способствуют обнаружению и исключению ошибок в документах [6].

Если на предприятии нет компьютерной обработки данных, то все процедуры контроля производятся в ручную. Если же на предприятии имеется компьютерная обработка данных, то некоторые процедуры внутреннего контроля выполняются с использованием специальных программ.

Такая процедура получила название «программируемые». Сравнение счетов-фактур при помощи компьютера на приобретение товарно-материальных ценностей с файлами записей по поступившим товарам является одной из программируемых процедур.

Процедуры внутреннего контроля должны охватывать полностью систему данных, начиная с информации по первоначальным записям хозяйственных операций и заканчивая последними по ее хранению, занесенными в бухгалтерские регистры [3].

Для осуществления внутреннего контроля, информация, находящаяся в памяти компьютера и подлежащая обработке, должна быть полной, достоверной, законной.

Процедуры внутреннего контроля – это действия, которые направлены на снижение рисков.

Можно выделить следующие действия:

Подтверждение о состоянии объектов (документов) по установленным требованиям. Например, когда принимаются первичные документы к учету, должна производиться проверка на правильность их оформления;

Санкционирование хозяйственных операций. Например, авансовый отчет должен быть подписан руководителем организации, но подписание отчета может производиться руководителями разных уровней в зависимости от суммы;

Сверка данных. Например, для подтверждения сумм кредиторской и дебиторской задолженности следует проводить сверку расчетов с поставщиками и покупателями. Остатки денежных средств в кассе должны сопоставляться с остатками денег по данным кассовой книги;

Разделение полномочий. Для уменьшения числа ошибок подготовка первичной документации и отражение полученной информации в бухгалтерском учете должна распределяться на разных сотрудников;

Физический контроль. Должна быть надлежащая система безопасности ценностей.

Надзор. Дает оценку достижения поставленных целей и задач.

Из вышеупомянутых процедур внутреннего контроля, для предотвращения мошенничества и злоупотребления обязанностями

наиболее эффективными являются санкционирование хозяйственных операций, разграничение обязанностей и контроль.

Процедуры контроля бывают двух видов:

1. Предварительные;
2. Последующие.

Предварительные процедуры предназначены на предупреждение образования ошибок и нарушений. Последующие процедуры направлены на обнаружение уже сделанных ошибок [4].

Если на предприятии утверждена система внутреннего контроля, то она должна не менее одного раза в год оцениваться. Руководитель предприятия сам определяет способы и методы оценки системы.

В ходе своего существования компания должна проводить непрерывный мониторинг работы системы внутреннего контроля. Мониторинг можно проводить при помощи анализа результатов деятельности компании [5].

Совмещение оценки внутреннего контроля и непрерывного мониторинга позволяет убедиться в том, что внутренний контроль дает уверенность в достижении поставленных целей.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ ред. от 28.12.2013) «О бухгалтерском учете»
2. Сотникова Л.В. «Внутренний контроль и аудит». М.: Финстатинформ, М. 2015.
3. Микрюев В.А., Комаров С.Е. Управление стимулированием фирмы. М.: Финансы и статистика, 2011.
4. Сотникова Л.В. Внутренний контроль и аудит. М. 2014.
5. Ткаченко Ю.А., Бережная А.В., Ширинская М.П. Роль внутреннего контроля в системе экономической безопасности хозяйствующего субъекта. Белгородский экономический вестник. 2017. № 2 (86). С. 230-236.
6. Слабинская И.А., Ткаченко Ю.А. Процедуры внутреннего контроля в строительных организациях. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 9. С. 193-196.

РОЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КАПИТАЛА В РАЗВИТИИ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сомина И.В., д-р экон. наук, профессор,
Чернышова Д.И., аспирант

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г.Шухова*

Аннотация. В статье определены понятие и структура интеллектуального капитала, обоснована взаимосвязь между интеллектуальным капиталом и инновационной деятельностью. Представлены текущее положение России и меры, направленные на формирование инновационной экономики. Рассмотрена зависимость между элементами интеллектуального капитала и инновационным процессом.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, инновации, инновационный процесс, инновационная деятельность, инновационное развитие.

Интеллектуальный капитал всегда имел, имеет и будет иметь огромное значение в нашем постоянно изменяющемся мире. Мы живем в обществе, которому требуются творческие личности, способные моментально адаптироваться к социально-экономическим условиям и принимать нестандартные решения, инициаторы новых проектов и их воплощатели. Еще в 18 веке Адам Смит ввел определение человеческого (интеллектуального) капитала как понятие количества и качества человеческой способности к труду. А легендарный ученый Альберт Эйнштейн говорил: «Интеллектуальный рост должен начинаться с рождения и прекращаться только со смертью». Эта фраза актуальна и в наше время. Конечно, значительную роль играют информационные, природные, экономические, трудовые и другие ресурсы, но только интеллектуальные ресурсы не истощаются, а увеличиваются, совершенствуются и способствуют наиболее эффективному и рациональному использованию иных ресурсов.

В экономической теории «интеллектуальный капитал» часто употребляется как синоним понятий «интеллектуальные ресурсы», «интеллектуальный потенциал», «человеческий капитал» [1]. Например, Т. Стюарт рассматривает интеллектуальный капитал как совокупность знаний работников [9]. Б.Б. Леонтьев трактует данное понятие через стоимостную оценку интеллектуальных активов, состоящих из интеллектуальной собственности, а также заложенных

генетически и приобретенных умственных способностей, накопленных знаний и опыта взаимоотношений с иными рыночными субъектами [7]. Согласно мнению В.П. Багова, интеллектуальный капитал – это совокупность интеллектуальных ресурсов предприятия, являющихся базисом для создания и реализации научно-технической и инновационной продукции; его структуру образуют кадровый капитал и интеллектуальная собственность [3].

На наш взгляд, в контексте данного исследования справедлива позиция О.Б. Казаковой, Э.И. Исхаковой и Н.А. Кузьминых [5]. Авторы считают, что состав интеллектуального капитала уникален и многогранен, его основными компонентами выступают человеческий, организационный и эмоциональный капиталы, а также капитал отношений (рис. 1). Взаимодействие между ними позволяет генерировать новые знания и способствует интенсификации инновационных процессов в экономических системах макро-, мезо и микроуровней.

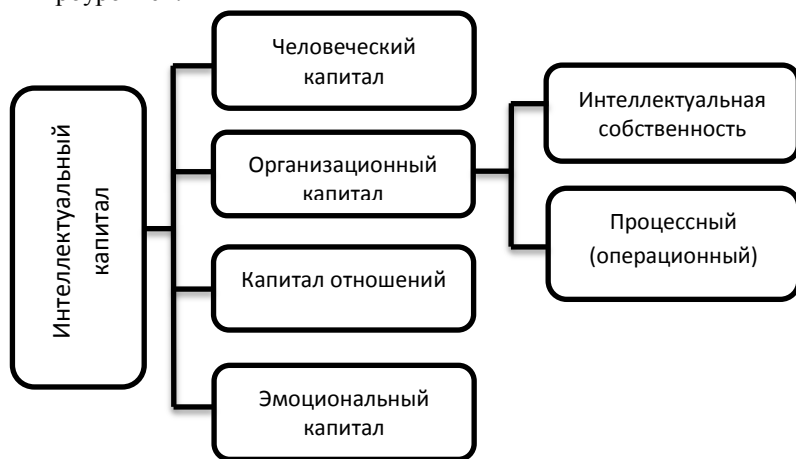


Рисунок 1 - Структура интеллектуального капитала [5]

Именно элементы интеллектуального капитала, взаимодействуя между собой, оказывают непосредственное влияние на инновационную деятельность. На уровне предприятий это получает воплощение в инновационных технологических решениях, управленческих, организационных и маркетинговых инновациях [2]. В зависимости от специфики деятельности организации дифференцируются

корреляционные связи. При этом каждая из составных частей интеллектуального капитала значима, но особую роль играют объекты интеллектуальной собственности (научные труды, изобретения, программы для ЭВМ, базы данных, «ноу-хау» и др.), так как они представляют собой неиссякаемый источник инновационного развития.

Согласно рейтингу стран мира по индексу инноваций, Россия уступает в инновационной деятельности 44-м странам, даже таким как Словения, Литва, Турция и Мальта [4]. В основном, российская экономика зависима от экспорта сырьевых ресурсов, и главной задачей остается переориентация на инновационное развитие страны. Способность реализовать инновации зависит от интеллектуальных активов и знаний, а также от возможностей их использования.

В последнее десятилетие интеллектуальный капитал рассматривается как один из главных факторов обеспечения конкурентоспособности нашей страны, регионов и отдельных компаний. Так, в 2011 году Правительство Российской Федерации утвердило «Стратегию инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» [1], основанную на положениях Концепции долгосрочного социально-экономического развития России. В Стратегии, как и в Концепции ставится задача усиления роли человеческого капитала как основного фактора экономического и инновационного развития. В документе определяется важность комплексной поддержки субъектов инновационной деятельности с помощью мер по повышению восприимчивости населения к инновациям, привлечению к исследовательской работе молодежи, увеличению численности кадрового потенциала в сфере науки, образования, технологий и инноваций.

Однако за последние три года (2015-2017 гг.) в России произошло уменьшение числа организаций, выполнявших научные исследования и разработки (сокращение составило 231 ед. или 5,5%), а также численности персонала, занятого НИОКР (соответственно 31 тыс. чел. или 4,2%) [8]. Указанное актуализирует значимость мер, направленных на развитие интеллектуального капитала для страны.

Каскадирование соответствующих мер на мезо- и микроуровень и одновременно учет специфики отдельных предприятий и субъектов РФ, грамотное и гармоничное управление взаимосвязанными элементами интеллектуального капитала с использованием адекватного инструментария, на наш взгляд, будет способствовать выводу российской экономики на траекторию инновационного развития.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства РФ от 8 декабря 2011 г. № 2227-р «О Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г.». URL: <http://government.ru/docs/9282/>.
2. Багдасаров М.И. Проблемы воспроизводства интеллектуального капитала в России // Человек и труд. 2007. №12. С. 25–30.
3. Багов В.П. Управление интеллектуальным капиталом: учеб. пособие. М.: ИД «Камерон», 2006. 248 с.
4. Глобальный индекс инноваций. Гуманитарная энциклопедия: Исследования [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий, 2006–2019 (последняя редакция: 27.03.2019). URL: <https://gtmarket.ru/ratings/global-innovation-index/info>.
5. Казакова О.Б., Исхакова Э.И., Кузьминых Н.А. Интеллектуальный капитал: понятие, сущность, структура // Экономика и управление: научно-практический журнал. 2014. № 5. С. 68–72.
6. Корицкий А.В. Экономическая теория. Трансформация человеческого капитала и современность. Новосибирск, 2006. 208 с.
7. Леонтьев Б.Б. Цена интеллекта. Интеллектуальный капитал в российском бизнесе. М.: ИЦ «Акционер», 2002. 200 с.
8. Федеральная служба государственной статистики: Наука и инновации. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/#.
9. Stewart T. A. Intellectual Capital. The New Wealth of Organizations. N.Y.: Currency Doubleday. 1997.

ВЛИЯНИЕ ИНОСТРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

Столярова З.В., канд. экон. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассмотрены аспекты влияния иностранных технологий на возможности экономического роста национальной экономики с позиции эволюционного подхода. Прослежены механизмы взаимодействия зарубежных новаций и локального инновационного климата, аргументирована необходимость государственного участия в инновационной деятельности.

Ключевые слова: технологии, эволюционный подход, инновационное развитие.

Уровень развития технологий бесспорно является определяющим фактором при обосновании различий в росте национального дохода между странами. В то же время отдельные специалисты видят источник экономического развития лишь в «высоких технологиях», как правило, перенимаемых из передовых стран. Однако в соответствии с эволюционным подходом именно инновации локального характера, имеющие место в конкретном регионе, выступают драйвером роста, что, в свою очередь, несколько не умоляет важность применения иностранных технологий, потенциально способствующих поднять экономику на новый уровень. Таким образом, необходимо оценить возможности эффективного сочетания технологических основ регионального характера и прорывных научно-технических идей, привнесенных из-за рубежа.

Понятие технологии является одним из самых часто употребляемым, применительно к аспектам экономики и производства и ассоциируется преимущественно с фактором, повышающим эффективность и компенсирующим отдачу от труда и капитала. Фокусируясь на технологических характеристиках, можно оценить потенциал инновации в долгосрочной перспективе и вероятность наступления положительного эффекта. Вместе с тем этого недостаточно, чтобы объяснить различие в уровнях экономического роста в отдельно взятых странах, применяющих аналогичные иностранные технологии.

Увеличение производительности не является единственной целью использования современных технологий. Технологии должны

срабатывать на долгую перспективу, порождая новый класс инноваций и, питая научно-техническую сферу, делать процесс инновационного преобразования страны непрерывным.

В широком смысле технология подразумевает создание системы знаний, что невозможно осуществить без инвестиций в человеческий капитал, качественное совершенствование которого, является залогом экспоненциального экономического роста.

Смещение акцентов с «технологии машин» на «технологии идей», приоритет инвестиций в знания перед вложением в автоматизацию производства видится вполне оправданным. Очевидно, предоставление каждому работнику ноутбука не является целесообразным в том случае, если не прописан алгоритм пользования нужной программой. Напротив, создание алгоритма избавит процесс от количественной зависимости и от ноутбуков, и от работников. Таким образом, вложения в человеческий капитал с целью повышения научно-образовательного уровня отдельного работника дают больший эффект, чем закупка дополнительного оборудования или расширение штата сотрудников.

Этот тезис, в том числе, ставит под сомнение твердую убежденность в исключительной важности иностранных передовых идей для выхода отстающей экономики на новый уровень. Слепой перенос зарубежных высоких технологий на неподготовленную почву сделает невозможным их полноценное использование и не сможет оправдать затраченные инвестиции.

С точки зрения эволюционного подхода, автоматическое привлечение зарубежных новых технологий мало продуктивно без учета региональных условий. Только в сочетании с локальным научным потенциалом и опытом ассимиляция иностранных «ноу хау» сможет результатиться в качественный прорыв. С этих позиций наложение зарубежных технологий на локальный контекст является ключевым фактором для решения перспективных экономических задач.

Результат простого переноса зарубежных инноваций может выразиться в появлении нового продукта на местном рынке. Далее к процессу подключается поведенческая реакция потребителя, которая определяет успех продвижения товара. Даже если она будет положительной, инновационный эффект может быть недолговечным с учетом закономерного охлаждения спроса к новинке. Любой самый успешный продукт требует периодических обновлений и доработок, которые невозможны без прочной научно-технической основы на

месте. Это доказывает, что долгосрочный эффект дают не инновационные технологии, воплощенные в машинах или оборудовании, а в знаниях и профессиональных навыках.

Способность адаптировать иностранные технологии к внутренней инновационной базе, в отличие от простого стремления произвести больше и дешевле является своего рода вызовом традиционной парадигме оптимизации производства.

Практикой доказано, что существенный рост производительности достигается благодаря изобретениям, имеющим место в ведущих странах мира. Однако долгосрочное положительное влияние нововведений имеет место не вследствие разовых шоков производительности, а происходит в силу последующей волны коммерческих приложений этих нововведений. Следовательно, само по себе открытие не поможет решить проблему отставания экономического развития национальной экономики, пока оно не найдет соответствующего применения, эффективность которого отразится на повышении совокупного спроса и затем национального дохода.

Очевидно, что задачу наложения иностранных технологий на возможности восприятия инноваций локальным производственно-технологическим фоном невозможно решить без участия государства.

В отсутствие государственного регулирования обнажаются все «провалы» рынка, которые деформируют систему: инновацион-инвестиции - предприниматель - уровень образования - квалификация рабочей силы. Более того частные инвесторы неохотно идут на финансирование запуска новых технологий, опасаясь риска.

Соответственно, системный характер инноваций оправдывает необходимость активного вмешательства правительства в дальнейшее развитие и региональное освоение технологий. Это, во-первых, выражается в тесном взаимодействии государственного и частного секторов с целью инициировать, импортировать, модифицировать и распространять новые технологии, во-вторых, в разработке механизмов государственного финансирования, особенно, в случае, если другие источники венчурного капитала не доступны на рынке, или если финансовая система слабо развита, в-третьих, в координации взаимодополняющих мероприятий, связанных с инновациями, проводимых общеобразовательными учебными заведениями, университетами и техническими институтами, государственными учреждениями, и отраслевыми предприятиями.

Таким образом, можно выделить три основные предпосылки

преодоления технологического отставания.

1. Национальный технологический и инновационный бэкграунд в значительной степени зависит от новаторской деятельности и проектов, инициированных правительством, которые позднее индуцируются и шлифуются в государственно-частных организациях, университетах, научно-исследовательских институтах и коммерческих предприятиях.

2. Государственное финансирование и софинансирование играет ключевую роль на всех этапах внедрения новых технологий, особенно, когда частные фигуранты не склонны к повышенному риску.

3. Иностраные технологии успешно адаптируются национальной экономикой только в том случае, если слаженно работает вся система, сложенная из государственного сектора, частного предпринимательства и учреждений научно-образовательной сферы.

Все эти условия, а именно государственное регулирование и координация в рамках инновационной системы, а также правительственное спонсорство, позволяют расширить влияние инноваций на возможности экономического роста и повышение международной конкурентоспособности. В этом случае, инновация, встроенная в механизм взаимодействия государства, производства, предпринимательства, науки и образования, является мощным источником конкурентного преимущества.

Вместе с тем, следует отметить, что международная конкуренция и интеграция обуславливают также необходимость дискреционных политических стратегий на страновом уровне с целью преодоления ограничений притока иностранных технологий. Эта задача обретает исключительную остроту в свете текущих геополитических событий. Санкционные меры со стороны некоторых ведущих стран по отношению к России создают ощутимый барьер для проникновения новых технологий. Распространенное в политических кругах убеждение в необходимости перехода на полное импортозамещение является популистской и с экономической точки зрения несостоятельно. В случае отказа от импорта зарубежных технологий имеющееся технологическое отставание будет непреодолимым. Исторически доказано, что подобный изоляционизм способен отбросить страну на несколько десятилетий назад. Помимо этого, покупка иностранных технологий существенно экономит затраты на НИОКР и способствует развитию смежных научно-технических отраслей.

Поэтому, трезво оценивая не самый высокий уровень технологического развития, диктующий настоятельную необходимость привлечения зарубежных инноваций, и опасность попадания

отечественной экономики в зависимости от политических настроений зарубежных партнеров, следует разработать целый комплекс последовательных мероприятий на государственном уровне.

Среди прочего, следует особо акцентироваться на следующих мерах:

- увеличение доли бюджетного ассигнования на НИОКР;
- разработка и внедрение методик стимулирования интереса к инновационной деятельности, начиная с уровня образовательных учреждений;
- адресное субсидирование предприятий, осуществляющих масштабную инновационную деятельность;
- организация научно-образовательных центров подготовки и переподготовки кадров, способных эффективно использовать и развивать иностранные технологии;
- разработка гибкой политической стратегии, позволяющей конструктивно сотрудничать с иностранными партнерами в области высоких технологий, не ущемляя при этом собственные интересы;
- жесткий контроль за надлежащим использованием бюджетных средств, выделяемых на инновационное развитие.

Список литературы:

1. Столярова В.А., Мищенко А.А., Столярова З.В. Реформирование системы управления предприятием на основе инновационного подхода / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.- с. 159
2. Juan Ricardo Perilla Jimenez, Mainstream and evolutionary views of technology, economic growth and catching up // Journal of Evolutionary Economics, 2019, Vol.28(127), P. 167-176

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОТИВАЦИИ И СТИМУЛИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА ТОРГОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

**Щетинина Н.А., канд. экон. наук, доцент,
Печеневская А.А., магистрант**
*Новосибирский государственный университет
экономики и управления «НИИХ»*

Аннотация. Эффективная мотивация персонала – залог успешного управления предприятием любого масштаба. В статье рассматриваются методы совершенствования мотивации и стимулирования персонала предприятий розничной торговли. В ходе исследования выявлены проблемы, наиболее часто возникающие у руководства при управлении персоналом, разработаны рекомендации по формированию эффективной системы мотивации и стимулирования сотрудников.

Ключевые слова: мотивация персонала, методы мотивации, стимулирование, торгово-технологический процесс, розничная торговля.

На сегодняшний день в розничной торговле наблюдается ужесточение конкуренции, при этом появление на российском рынке зарубежных торговых предприятий вынуждает руководство внедрять новые подходы к организации торговой деятельности. Актуальность вопросов совершенствования мотивации и стимулирования торгового персонала обусловлена тем, что в современных реалиях ведения бизнеса мотивация персонала признана одним из ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности субъектов розничного рынка.

В отечественной экономической литературе вопросам мотивации и стимулирования сотрудников торговых предприятий посвящены исследования таких авторов, как: Галецкая М.Е., Дашков Л.П., Зайцева Т.В., Кибанов А.Я., Памбухчиянц В.К., Резник П.Я., Сотников С.А., Фролов В.О. и ряда других. При этом наблюдаются пробелы в теоретических изысканиях, посвященных вопросам мотивации и стимулирования всей совокупности категорий сотрудников, вовлеченных в организацию именно торгово-технологического процесса.

Торгово-технологический процесс современной организации представляет собой комплекс мероприятий, составляющих совокупность различных операций по доведению товаров от производителей до предприятий розничной торговли, а от розничных

торговых предприятий – до конечных потребителей [2]. Своевременность и качество выполнения сотрудниками коммерческих операций влияют на широту ассортимента предлагаемых товаров и бесперебойность торговли. В число данных операций входят: изучение спроса, составление заявок на ввоз товаров, формирование ассортимента, рекламная деятельность, получение информации из внешней среды. Сотрудники розничных торговых предприятий обязаны обеспечить приемку поступивших товаров по количеству и качеству, создать благоприятные условия для их хранения и подготовки к продаже [2].

Указанные положения позволяют сделать вывод о том, что репутация предприятия напрямую зависит от действий торгового персонала, в связи, с чем необходимо уделять пристальное внимание стимулированию и мотивации сотрудников.

Одной из наиболее острых проблем в построении эффективного бизнеса становится именно недостаточная мотивация сотрудников. В розничной торговле наблюдается высокая текучесть кадров, а количество квалифицированных специалистов ограничено, успешные сотрудники подолгу не задерживаются на низких должностях и стремятся построить карьеру на других предприятиях, если на прежнем месте работы им не предоставляют возможность повышения в должности [6].

Степень эффективности действующей на предприятии системы стимулирования и мотивации персонала оценивается по общим достижениям предприятия на потребительском рынке, по заинтересованности каждого сотрудника в своем профессиональном росте и успехе предприятия. Данная система должна функционировать таким образом, чтобы удерживать наиболее ценных сотрудников.

Как известно, мотивация – это побуждение сотрудников предприятия к интенсивной трудовой деятельности для удовлетворения их личных целей и интересов в совокупности с целями и интересами предприятия. В свою очередь, стимулирование труда - это комплекс мер, которые являются способом удовлетворения потребностей сотрудника, по большей части, материальных. «Мотивация» и «стимулирование» - родственные понятия, но понятие «стимулирование» применимо в первую очередь для обозначения морального или материального вознаграждения, а понятие «мотивация» затрагивает все стороны интересов и поведения сотрудника, включенного в организацию и реализацию торгово-технологического процесса [4].

Для руководства цель мотивации персонала состоит в извлечении максимальной выгоды от использования трудовых ресурсов, что способствует повышению общей эффективности деятельности торгового предприятия и получению прибыли. Проблема мотивации персонала актуальна для многих предприятий, поэтому широко рассматривается в научной экономической литературе. Однако, рядом исследователей отмечено, что сложность организации эффективной системы мотивации персонала обусловлена малоизученностью методов стимулирования и слабым интересом руководства к иным потребностям сотрудников, помимо материальных.

Необходимым условием для успешного функционирования предприятия является сплоченность сотрудников, их нацеленность на достижение общего результата. Каждый сотрудник должен иметь четкое представление о своих обязанностях, о будущих перспективах (личных и коллективных), быть мотивированным на проявление инициативы и самостоятельные действия в рамках своих полномочий. Мотивированный и обученный персонал определяет вектор развития торгового предприятия и его успех на рынке [1].

Обобщение результатов теоретических и практических исследований стимулирования и мотивации персонала торгово-технологического процесса позволили выявить следующие проблемы, связанные с нерационально организованной системой управления персоналом: текучесть кадров; недобросовестное исполнение сотрудником своих обязанностей; отсутствие связи между результатом труда сотрудника и его поощрением; отсутствие возможностей для самореализации сотрудника; конфликты; недостаточная эффективность воздействия руководства на подчиненных; слабый уровень межличностных коммуникаций; отсутствие перспектив карьерного роста; невысокий профессиональный уровень сотрудников; деятельность руководства негативно оценивается персоналом; неподходящий сотруднику психологический климат в коллективе; недостаточное оснащение рабочих мест; сотрудник не оправдывает ожидания руководства [6].

Для разработки рекомендаций по формированию эффективной системы мотивации и стимулирования персонала необходимо проанализировать методы стимулирования, применяемые на предприятиях. На данный момент наиболее продуктивными признаны материальные побудительные меры, предполагающие достойную оплату труда, участие сотрудника в распределении прибыли. Действенны и нематериальные меры, предполагающие активные

социальные коммуникации и коллективную организацию труда. По данным актуальных социологических исследований доход и материальное вознаграждение являются главными факторами заинтересованности сотрудника. Из нематериальных факторов сотруднику важны: доверие руководства, уважение, возможность проявить инициативу, сплоченная команда и удобный график.

Руководителям для эффективного управления персоналом необходимо иметь четкое представление о том, что побуждает персонал к действию. На мотивацию сотрудников оказывают влияние внешние и внутренние факторы мотивации. Внутренние факторы: удовлетворение от выполненной работы; проявление инициативы; самореализация; самоутверждение. К внешним факторам целесообразно отнести: продвижение по карьерной лестнице; статус; признание; доход.

Необходимо отметить, что выбранные методы стимулирования напрямую влияют на мотивацию сотрудников. Чем более подходящим является какой-либо метод для конкретного сотрудника, тем больше он оказывает положительного влияния на его мотивацию. Именно поэтому руководителям необходимо изучать свой персонал, обеспечивать благоприятные условия труда, что в перспективе положительно отразится на функционировании предприятия [3].

Управлять мотивацией персонала на предприятии необходимо, исходя из краткосрочной и долгосрочной перспективы сотрудничества работодателя и сотрудника. Для этого рекомендуется выстраивать оптимальные для обеих сторон отношения, учитывая следующие цели: сотрудников (трудовые, личные, профессиональные); руководства (организационные, личные, трудовые); предприятия (коммерческие).

В зависимости от целей работодателю необходимо формировать у сотрудников долгосрочные и краткосрочные цели мотивации, благодаря этому снизится вероятность возникновения разногласий между руководителем и подчиненным, так как в процессе сотрудничества каждая сторона будет знать, что она хочет получить.

Система мотивации персонала базируется на разнообразных методах. Выбор метода зависит от проработанности системы стимулирования на предприятии, особенностей управления и специфики деятельности самого предприятия. Можно предложить следующие рекомендации, при соблюдении которых будет обеспечено взаимопонимание руководителя и сотрудников, а также созданы условия для эффективной деятельности предприятия: подбор сотрудников должен осуществляться в соответствии с четкими требованиями и критериями к соискателям; в системе управления

предприятием должны быть обозначены установки по выполнению работы и ее оценке; необходимо распределять обязанности между отделами; на предприятии должна действовать система санкций за дисциплинарные нарушения, а также система поощрений [5].

Таким образом, для создания успешной системы мотивации и стимулирования персонала руководитель должен придерживаться определенных правил: обозначить цель, для которой необходим конкретный сотрудник; разработать долгосрочные и краткосрочные планы мотивации персонала, ориентируясь на личные цели и интересы сотрудников, применяя подходящие способы стимулирования; руководитель должен мотивировать подчиненных собственным примером, не допускать ошибок, связанных с управлением персоналом.

Выполнение этих условий должно способствовать упорядоченности работы персонала, а результаты деятельности предприятия станут более эффективными. Доказано, что взаимосвязь мотивации, стимулирования персонала и результатов трудовой деятельности опосредствована приобретенными навыками труда: целями, мотивами, потребностями. Эффективная трудовая деятельность возможна лишь при оптимальной системе мотивации труда.

Список литературы:

1. Галецкая М. Е. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности в управлении персоналом // Молодой ученый. - 2016. - №7. - С. 810-813.
2. Дашков Л.П., Памбухчиянц В.К., Памбухчиянц О.В. Организация, технология и проектирование предприятий в торговле. - 12-е изд., перераб. и доп. М.: Дашков и К, 2018. 456 с.
3. Зайцева, Т.В. Управление персоналом: учебник / Т.В. Зайцева. М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 336 с.
4. Кибанов А.Я. Управление персоналом организации: учебник. М.: ИНФРА-М, 2018. 695 с.
5. Сотников, С.А. Управление персоналом организации / С.А. Сотников. М.: КноРус, 2013. 512 с.
6. Фролов В.О. Научные подходы к формированию механизма мотивации и управления персоналом // Экономика промышленности. - 2011. - Т. 53. - №1. - С. 246.

ПРЕИМУЩЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ В РАМКАХ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА

Юракова Т.Г., канд. техн. наук, доцент,
Левецкая К.М., магистрант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Разработка и управление процессами компании в рамках интегрированной системы менеджмента. Преимущества для организаций от внедрения систем управления. Наиболее распространенные варианты создания ИСМ.

Ключевые слова: интегрированная система менеджмента, система управления, ISO, преимущества от внедрения, разработка ИСМ.

В современных условиях внедрение системы менеджмента дает возможность получить реальный управленческий и экономический эффект, повысить безопасность выпускаемой продукции, обеспечить охрану здоровья и труда персонала и др.

Интегрированная система менеджмента является логичным переходом на новый уровень системного менеджмента, то есть от локальной, автономной системы управления, направленной на достижение целей в одной из сфер деятельности предприятия, к системе менеджмента, которая:

- позволяет объединить в единую систему все взаимосвязанные и взаимодействующие процессы;
- устраняет функциональную разобщенность, противоречия и дублирование во внедряемых на предприятиях системах;
- обеспечивает согласованность действий внутри организации и координированную деятельность по руководству и управлению предприятием.

Внедряя интегрированную систему менеджмента организация получает следующие преимущества:

- способность учитывать интересы всех заинтересованных сторон выше, чем при наличии параллельных систем;
 - обеспечение согласованности действий внутри организации.
- Таким образом усиливается синергетический эффект, который заключается в том, что результат от согласованных между собой действий выше, чем простая сумма отдельных результатов;

- число внешних и внутренних связей гораздо меньше, чем общее число связей при использовании нескольких систем;
- значительно меньший объем документов, чем общий объем документов при использовании нескольких систем;
- появляется возможность добиться более высокой степени персонала в процесс улучшения деятельности компании;
- внедрение ИСМ позволяет минимизировать функциональную разобщенность в компании, которая возникает при разработке параллельных систем менеджмента;
- затраты на разработку, внедрение, сертификацию и использования ИСМ значительно ниже, чем общие затраты при нескольких параллельных системах;
- создание ИСМ менее трудоемко, чем нескольких системах менеджмента.

Стандарты ИСО серии 9000 служат организационно-методической основой при создании интегрированной системы менеджмента. Это обусловлено тем, что базовые принципы и понятия, которые сформулированы в этих стандартах, в наибольшей мере соответствуют понятиям и принципам общего менеджмента.

При разработке ИСМ особую значимость имеет процессный подход, который непосредственно отражает фактически действующие процессы, которые осуществляются в современном бизнесе.

Наиболее распространенным вариантом создания ИСМ является объединение следующих международных стандартов:

1) ISO 9001:2015 (ГОСТ Р ИСО 9001-2015) «Системы менеджмента качества. Требования»;

2) ISO 14001:2015 (ГОСТ Р ИСО 14001-2016) «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»;

3) OHSAS 18001:2007 (ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007) «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования».

ISO 9001:2015 (ГОСТ Р ИСО 9001-2015) «Системы менеджмента качества. Требования» устанавливает критерии системы менеджмента качества. Он может быть использован любой организацией вне зависимости от сферы деятельности. Внедрение ИСО 9001:2015 гарантирует, что клиенты получают высококачественные товары и услуги, которые в свою очередь способствуют получению прибыли компаниями [1].

ISO 14001:2015 (ГОСТ Р ИСО 14001-2016) «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению» представляет собой международно признанную спецификацию в области систем экологического менеджмента. Реализация требований стандарта формирует на предприятии своеобразный управленческий каркас, позволяющий осуществлять деятельность, оказывая на окружающую среду минимальный отрицательный эффект [2].

OHSAS 18001:2007 (ГОСТ Р 54934-2012/OHSAS 18001:2007) «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования». Данный стандарт содержит требования и руководящие указания к разработке и внедрению систем менеджмента промышленной безопасности и охраны труда (СМПБиОТ), применение которой обеспечивает компаниям возможность управлять рисками в системе менеджмента и повышать эффективность её функционирования.

12 марта 2018 года опубликован ISO 45001 «Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования и рекомендации по применению» – первый международный стандарт по системе охраны труда и производственной безопасности, который обобщил современные мировые практики по обеспечению безопасного труда, который заменяет собой стандарт BS OHSAS 18001. Дается трехлетний переходный период со дня опубликования стандарта [3].

Можно выделить следующие основные отличия ISO 45001 от OHSAS 18001:

- структура ИСО 45001 построена в соответствии с Annex SL. Annex SL – это приложение к Директивам ISO, которое частично унифицирует содержание всех стандартов на системы менеджмента организации;

- введены стандартные термины в соответствии с Annex SL;

- добавлены положения о процессном подходе в ходе разработки и внедрения системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья;

- добавлена концепция подхода на основе управления рисками, которая тесно связана со «средой организации»;

- добавлены требования к идентификации компетентности и осведомленности, которые необходимы сотрудникам для выполнения поставленных задач и для достижения удовлетворительных результатов СМБТиОЗ;

– добавлены требования к идентификации и поддержанию в организации знания, которые нужны для безопасной и здоровой рабочей среды;

– ISO 45001 требует установить тип и детализацию контрольных механизмов в контексте СМБТиОЗ, которые предусмотрены в компании для управления внешними поставщиками.

Как известно, основным бизнес-процессом предприятия является производство продукции или оказания услуги.

До сих пор качество процесса производства определялось исключительно технологическим качеством, которое отражалось в качестве продукта, представляемого на рынке. Теоретически, технологический процесс должен протекать в заданных условиях, однако в действительности он сопровождается многочисленными рисками, которые влияют на достижение поставленных целей.

Таким образом, необходимо контролировать процесс производства путем измерения текущих значений, описывающих состояние процесса и устройств, подтверждающих соответствие полученных значений с принятыми критериями. Также необходимо проводить постоянный мониторинг, позволяющий идентифицировать нарушения в протекании процесса, а также контроль, направленный на стабилизацию.

Однако, следует принять во внимание, что управление процессом, которое интерпретируется как контроль качества, уже сегодня заменяются интегрированным управлением процессом, в рамках которого контроль охватывает также факторы окружающей среды и те, которые касаются безопасности труда. Основа такой интеграции в управлении создала в организациях интегрированный процессный подход, обеспечивающий идентификацию входных и выходных данных процессов [4].

Требования, установленные стандартами ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 и ISO 45001:2018, направлены на обеспечение не только совместимости структур, которые будут поддерживать процесс интеграции, но также и процесса, учитывающего сопутствующие риски и контроль этих процессов в ситуациях, когда в окружающей среде присутствуют факторы, влияющие на процесс.

На сегодняшний день применяется единый шаблон ISO для всех разрабатываемых стандартов, который получил название HLS (High level structure – структура верхнего уровня). Благодаря этому ISO 9001:2015 имеет теперь примерно 30% общего содержимого с остальными стандартами MSS ISO. К тому же, общие с прочими нормативами заголовки, разделы и термины в ISO 9001:2015 получили

одинаковые с аналогичными заголовками и разделами в других стандартах номера. Это облегчает при интеграции систем менеджмента то самое «отбрасывание» одинакового непротиворечивого содержимого.

Сложность в интеграции состоит в том, что теперь организации необходимо выполнить требования всех трех стандартов, применительно к своему предприятию [5].

После внедрения интегрированной системы менеджмента, компания получает преимущества каждого из примененных стандартов.

В основе всех стандартов лежит цикл PDCA «Планируй, Делай, Проверь, Действуй». Но для предприятий промышленности этот цикл имеет не менее огромное значение, чем для стандарта ISO 9001:2015. Очевидно, что планировать перед тем, как делать, анализировать, а потом вносить изменения, – все это на порядок повышает продуманность и качество конечной продукции. Точно так же обстоит дело с требованием ISO 9001:2015 запрашивать все время мнение потребителя о продукции и работе. Выполнение этого требования направляет предприятие на приоритетный учет объективно наиболее важного фактора для жизненного цикла продукции – потребителя.

Соблюдать требования новых стандартов непросто, особенно в рамках технологического контроля. Несмотря на то, что оперативный контроль уже был элементом стандарта ISO 14001: 2004, а контроль качества процесса был записан в требованиях, установленных стандартом ISO 9001: 2008, требования, касающиеся оперативного контроля в пределах OHSAS 18001 и интегрированного управления не было. Поэтому организации ищут «индивидуальные», собственные решения, которые позволили бы - на основе критерия риска - мониторинг эксплуатационных параметров, имеющих значимый характер для интегрированной системы управления [6].

Интегрирование систем менеджмента (качества, экологии, безопасности и социальной ответственности, безопасности продуктов питания и др.), отвечающих требованиям международных стандартов, следует рассматривать как предпосылку для устойчивого развития организации.

Список литературы:

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования. М.: Изд. Стандартиформ, 2015. 32 с.
2. ГОСТ Р ИСО 14001-2015 Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. М.: Изд. Стандартиформ, 2016. 40 с.
3. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems Requirement with guidance for use. Geneva: ISO, 2018. 52 с.
4. Интернет-ресурс «ISO» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/ru/iso-9001-quality-management.html>. – (Дата обращения: 12.01.2019).
5. Интернет-ресурс «Science direct» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com>. – (Дата обращения: 22.12.2018).
6. Интернет-ресурс «Larco» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://larco.com>. – (Дата обращения: 29.01.2019).

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ В РФ

Ярошенко Л.И., ст. преподаватель,

Демура Н.А., ст. преподаватель

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Статья посвящена исследованию особенностей трансформации экономики России при переходе к цифровой экономике. Выявлены основные направления процесса цифровизации экономики, отмечен вклад цифрового сектора в национальную экономику, обозначены некоторые наиболее значимые риски и угрозы, предотвращение которых будет способствовать реализации принципов цифровой экономики.

Ключевые слова: цифровая экономика, информационные технологии, ИКТ, цифровая инфраструктура, программное обеспечение, цифровые технологии.

Глобальное распространение интернета и других современных информационных технологий - реальность нашего времени. Они выступают в качестве основы развития цифровой экономики, которая охватывает различные сферы деятельности. Все многообразие происходящих процессов экономической и общественной трансформации в европейских странах принято называть «цифровой экономикой» или четвертой промышленной революцией [1], американские эксперты применяют термин - API (Application Programming Interface) экономика.

Всемирный банк трактует цифровую экономику как совокупность разнообразных экономических отношений, которые приводят к сокращению длинных цепочек посредников, использующих интернет, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ), что ускоряет связи между компаниями, банками, правительством, населением, а также сделки и операции аренды, кредита, купли-продажи, уплаты налогов, платежей и расчетов и пр. [2]

Определение термина «цифровая экономика» в нашей стране официально закреплено законодательством в Указе Президента РФ от 9 мая 2017 года № 203 «О стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы» и в Распоряжении Президента РФ от 28 июля 2017 года № 1632-р «Цифровая экономика Российской Федерации». Как известно, под цифровой экономикой понимают вид экономической деятельности, в которой важнейший и по

сути ключевой фактор производства - это данные, представленные в цифровом виде, обработка больших объемов информации и использование полученных результатов анализа в сравнении с традиционными формами хозяйствования дают возможность существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования. [3]

В качестве основных направлений процесса цифровизации экономики можно считать следующие:

-повсеместное и всеохватывающее внедрение электронных денег (денежной массы), а также интернет-продаж;

-переход на предоставление широкого круга услуг населению в системе удаленного on-line доступа;

-создание широкого круга высококонкурентных производств и технологий, которые будут способны значительно расширить рынки сбыта продукции (нейротехнологии и искусственный интеллект, развитие квантовых технологий, совершенствование робототехники и сенсорики, создание принципиально новых производственных технологий и др. [4]

Переход к цифровой (электронной) экономике обусловлен тем, что после глобального финансово-экономического кризиса 2007-2009 годов остро проявилась необходимость перехода к новой модели роста, так как потенциал роста производительности труда в рамках существующего технологического уклада был исчерпан.

Таким образом, кризис стал отправной точкой в формировании новых и разрушении старых финансовых, экономических и технологических структур.

Цифровая экономика выступает как глобальный проект использования ИКТ в качестве всеобъемлющей инфраструктуры, на основе которой могут создаваться новые формы деятельности в организации бизнеса, производстве, финансовой и общественной сфере. По сути, это формирование и развитие нового экономического уклада, основанного на мировой цифровой инфраструктуре.

Цифровые технологии сегодня играют ключевую роль в повышении конкурентоспособности экономики и в стимулировании экономического роста многих стран. По аналогичному сценарию проходит развитие и отечественной экономики.

Широкое использование цифровых технологий способствует модернизации традиционных отраслей экономики, а также приводит к созданию новых, что служит базой для экономического роста;

позволяет использовать эти конкурентные преимущества для укрепления позиций от всем мировом пространстве.

Внедрение новых цифровых технологий повышает производительность труда, уменьшает издержки бизнеса, повышает доступность информации и снижает барьеры входа на новые рынки – и, как результат, оказывает мультипликативный эффект на развитие экономики в целом.

Осознавая огромное значение цифровых технологий, многие страны принимают комплексные меры по ускорению цифрового развития. Так, по данным ОЭСР 32 из 36 стран-членов организации, а так же 6 стран-партнеров разработали и реализуют национальные цифровые стратегии. Масштабные программы по развитию цифровизации действуют в США странах ЕС и Китае. В России правительственной комиссией по использованию информационных технологий был утвержден план развития цифровой экономики до 2020 года бюджетное финансирование плана составит 520 млрд. руб.

Показателем, демонстрирующим достигнутый уровень развития цифровой экономики, является доля ее в ВВП страны.

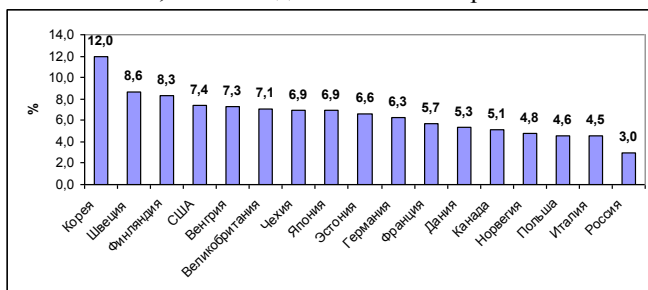


Рисунок 1 - Доля цифрового сектора в ВВП, %, 2017г. [5]

Вклад цифрового сектора (производство и торговля ИТ-оборудованием, сервисы и услуги, разработка программного обеспечения и цифровых товаров, телекоммуникации) в экономику России невелик по сравнению с экономиками развитых стран. Так, в 2017 г. его доля в экономике составила 3% ВВП. За период с 2010 по по 2017 гг. наблюдался непрерывный рост ее доли. Одновременно в большинстве развитых стран цифровой сектор в среднем составляет 6-7% ВВП. Так, во Франции - 5,7%, в Германии - 6,3%, в Великобритании - 7,1%, в США - 7,4%, Швеции - 8,6%. В абсолютном выражении цифровой сектор России также относительно невелик - в 2017 г. его

размер составил 2,5 трлн руб. (по ППС 103 млрд дол.). В то же время в Японии при сопоставимой численности населения размер цифрового сектора больше почти в 3,5 раза (355 млрд дол. США по ППС), а в США при вдвое большем населении - в 13 раз (1 348 млрд дол. США).

Еще одним показателем, который отражает уровень цифровизации, можно считать долю внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП.

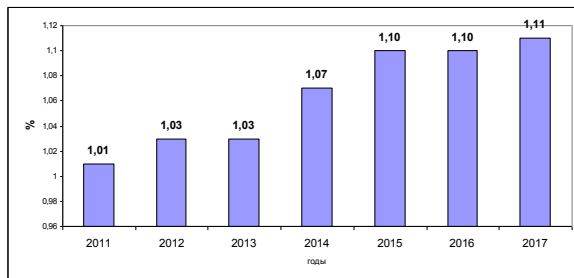


Рисунок 2 - Доля внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП по Российской Федерации, % [6]

За период 2011 - 2017 гг. доля соответствующих затрат в ВВП неуклонно росла, что так же обусловлено необходимостью реализации поставленных в программах задач. Доля продукции высокотехнологичных и наукоемких отраслей в валовом внутреннем продукте составляет чуть более 21%. В настоящий момент Россия существенно уступает развитым странам по уровню развития цифрового сектора.

В РФ наблюдается довольно низкий уровень использования населением цифровых технологий в важнейших аспектах социально-экономической жизни (осуществление покупок, проведение финансовых операций, поиск работы, получение образования). Интеграция цифровых технологий в российский бизнес также находится на относительно низком уровне.

Рост цифровой экономики, вместе с тем, процесс сложный и неоднозначный. Он вызывает определенные риски и угрозы. Выделим некоторые, наиболее значимые, предотвращение которых будет способствовать реализации принципов цифровой экономики.

Бурный рост количества преступлений в кибер-пространстве, утечка информации, распространение программ-вымогателей, которые наносят огромный ущерб, что стимулирует инвестировать в

информационную безопасность и отвлекать огромные средства из процесса производства.

Другая угроза, рожденная цифровой экономикой - высвобождение огромного количества работников в связи с автоматизацией производственных процессов и заменой людей роботами [7].

Применение новых (цифровых) технологий ограничено зачастую высокой их начальной стоимостью.

Широкомасштабному применению цифровых технологий также мешает неразвитость законодательной базы и низкий уровень координации государственных документов в разных министерствах.

Состояние нецифровой экономики полностью задает возможность наращивания цифровой. Следовательно, она является своеобразным ограничителем роста.

Основной рост «цифровой экономики» связан с цифровизацией государства, созданием новых фискальных систем.

Неблагоприятная структура инвестиций в старые и новые технологии и другие.

Список литературы:

1. Кошовец О.Б., Ганичев Н.А. Глобальная цифровая трансформация и ее цели: декларации, реальность и новый механизм роста // Экономическая наука современной России. 2018. № 4 (83). С. 126-140.
2. Абрамовских Л., Бабенко А. О возможности использования цифровых технологий как основа перехода на интенсивный путь развития // Экономист. 2018. № 8. С. 17-26.
3. Антипина Н.И. Трансформация российского бизнеса в условиях перехода к цифровой экономике: отраслевой и региональный аспекты // Экономическая наука современной России. 2018. № 2 (81). С. 102-111.
4. Аракелян С. Цифровая экономика: стратегия развития и новые технологии - достижения, риски, угрозы. // Экономист. 2018. № 10. С. 52-71.
5. Россия: от цифровизации к цифровой экономике. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://stolypin.institute/institute/rossiya-ot-tsifrovizatsii-k-tsifrovoy-ekonomike/>.
6. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. Режим доступа: www.gks.ru.
7. Демура Н.А., Ярмоленко Л.И., Шагабудинова А.Р. Инновации как фактор производительности труда // Актуальные проблемы правового, экономического и социально-психологического знания: теория и практика материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 81-85.

14. СОЦИАЛЬНЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

О ВЗАИМОСВЯЗИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА И КАЧЕСТВА ЖИЗНИ

Балабанова Г.Г., доцент

*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассматриваются понятия «уровень жизни» и «качество жизни» и их составляющие, проанализированы причины снижения качества жизни населения Российской Федерации, показана взаимосвязь между уровнем производительности труда и качеством жизни на примере Российской Федерации и высокоразвитых странах.

Ключевые слова: производительность труда, уровень жизни, качество жизни, индекс развития человеческого потенциала, уровень социального развития.

Переход к инновационному этапу развития потребовал изменения требований к основной производительной силе общества – человеческому капиталу. Современный работник – это работник новой формации, обладающий не только определенной профессиональной подготовкой, опытом работы, но и склонный к нестандартному мышлению (новые идеи, уход от традиционных схем), быстрому решению проблемы, умеющий превратить рутинную работу в творческий процесс. А это, в свою очередь, требует переориентации парадигмы экономического развития. Следует повысить роль социальной составляющей, что позволит, повысить уровень жизнедеятельности населения и обеспечить устойчивое развитие согласно принципам справедливости [1].

Степень формирования и развития новых компетенций во многом определяется состоянием среды, в которой формируется, живет и работает человек. Для оценки состояния среды в экономической литературе используется категория «качество жизни». Под качеством жизни понимают комбинацию «экономических, социальных, природно-экологических и других условий жизнедеятельности человека, оказывающих существенное воздействие на благосостояние населения и социальное самочувствие индивидов» [2].

Качество жизни предполагает не только рост благосостояния, но доступ к качественному образованию, здравоохранению, социальным благам и т.п. Для оценки качества жизни используют комплексный индекс развития человеческого потенциала (ИРЧП), который включает:

1) уровень жизни (экономические показатели), измеряемый:

- ВВП на душу населения;
- величиной реальных доходов населения;
- величиной расходов на конечное потребление и сбережений;
- уровнем цен, величиной тарифов на платные услуги;
- уровнем потребления благ и услуг;
- степени обеспеченности жильем. Это: а) площадь на 1 жителя;

б) удельный вес ветхого, аварийного и благоустроенного жилья; в) доля расходов на ЖКХ; г) доля расходов на ипотеку;

- степень дифференциации населения по уровню доходов, измеряемая: а) коэффициентами Джини, децильным, квантильным; б) величиной прожиточного минимума; в) долей населения с уровнем дохода ниже прожиточного минимума; г) среднедушевые доходы населения; д) средний размер пенсии и т.п.;

2) демографические показатели. Это: а) уровень рождаемости; б) уровень смертности; в) естественный прирост населения; г) миграционный прирост населения;

3) социальные показатели, включающие:

- степень доступа к здравоохранению. Это доля расходов на здравоохранение; уровень физического и психологического здоровья; уровень заболеваемости и смертности; продолжительность жизни; степень обеспеченности врачами (число врачей на 1 тыс. чел. населения) и лечебными учреждениями (количество койко-мест на 1 тыс. чел.) и т.п.;

- степень доступа к образованию. Это уровень грамотности; степень охвата населения образованием; индекс образования; число государственных образовательных учреждений (начиная от общеобразовательных, кончая высшими) и т.п.;

- показатели культуры. Это: а) число зрителей театров на 1 тыс. человек; б) число посещений музеев на 1 тыс. чел.; в) число библиотек на 1 тыс. человек; г) выпуск газет на 1 тыс. чел.; д) степень охвата населения теле- и радиовещанием и т.п.;

4) условия труда, описываемые такими показателями, как уровень травматизма; удельный вес работников: а) занятых вредными условиями труда; б) занятых тяжелыми условиями труда; в) работающих в условиях, не отвечающих гигиеническим нормам; г)

работающих на оборудовании, не отвечающем технике безопасности и т.п.;

5) экологические показатели, характеризующие экологическую ситуацию в стране. Это: а) выбросы в атмосферу; б) степень улавливания выбросов; в) использование воды (свежей, оборотной и последовательного использования); г) сброс загрязненных сточных вод; д) площади под свалками и т.п.;

б) показатели криминогенной ситуации в стране. Это число зарегистрированных преступлений на 100 тыс. жителей; число лиц, совершивших преступления;

7) политическая стабильность, свобода личности.

В рейтинге стран по ИРЧП Россия заняла 49 место с индексом 0,816, войдя в число высокоразвитых стран (ИРЧП>0,8), по качеству жизни - 59 место с индексом 104,94 (табл. 1). По данным базы данных Numbeo с начала 2019 г. индекс покупательной способности в России составил 45,38; индекс безопасности - 58,07; индекс здравоохранения – 57,83; индекс стоимости жизни – 35,52; индекс недвижимости – 12,39; индекс загрязнения окружающей среды – 62,80 [3].

Аналогичные показатели по выборке высокоразвитых стран представлены в таблице 1. Показатель качества жизни в 2019 г. в этих странах колеблется от 170 до 195, уровень социального развития 84 - 90. За последние пять лет во многих странах эти показатели снизились на несколько пунктов, это объясняется притоком мигрантов.

Повышение качества жизни есть следствие экономического роста, поэтому можно считать, что факторы экономического роста и есть факторы повышения уровня жизни. К одному из таких факторов относится повышение производительности труда. Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице 1, низкий уровень качества жизни коррелируется с низкими показателями производительности труда, оцениваемые по ВВП на душу населения и на один отработанный час. Группу лидеров стран по ВВП на душу населения (табл. 1) возглавляет Люксембург (113,95 тыс. долл.), Россия же занимает только 55-е место в рейтинге стран с показателем 10,95 тыс. долл. В глобальном масштабе производительность труда по показателю ВВП на душу населения за последние девять лет выросла на 1,6 %. Среднегодовые темпы прироста ВВП на душу населения в США – 1,6 %, странах ЕС – 0,8 %, Японии – 0,0 %, России - минус 3,9 % [8].

Вклад россиян (табл. 1) в ВВП страны за один час рабочего времени незначителен - 25,4 тыс. долл. (рост за пять лет составил 5,8 %), несмотря на то, что россияне работают намного больше (1980

часов), уступая только Греции (2040 часов). Самые высокие показатели производительности труда показали Люксембург с долей промышленности всего лишь 13,6 % [9], Скандинавских странах и США (табл. 1), демонстрируя и высокий уровень жизни. Анализ данных показывает, что нам требуется в 2 - 3,5 раз больше времени на создание такого же объема продукции.

Низкий уровень жизни россиян коррелируется: во-первых, с высокой долей расходов на продукты питания, оплату коммунальных услуг, погашение обязательных платежей и т.п. В 2017 г. это составило 79,1 % от доходов, в 2018 г. 78,9 % [10]; во-вторых, низким уровнем сбережений. Все это указывает на низкий уровень жизни, недостаточность внутренних средств на модернизацию производства, возмещение высокопроизводительных мест.

Список литературы:

1. Стиглиц Дж. Куда ведут реформы? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mirznani.com/a/287564/voprosy-ekonomiki-7-1999> (дата обращения: 26.03.2019).
2. Потуданская В.Ф., Шайкин Д.Н. Качество жизни и качество трудовой жизни как среда формирования трудового потенциала [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-zhizni-i-kachestvo-trudovoy-zhizni-kak-sreda-formirovaniya-trudovogo> (дата обращения: 26.03.2019).
3. Уровень жизни в странах мира. Рейтинг 2019 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://basetop.ru/uroven-zhizni-v-stranah-mira-rejting-2019-goda/> (дата обращения: 26.03.2019).
4. United Nations development programme. Human Development Reports [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hdr.undp.org/en/2018-update?ref=> (дата обращения: 27.03.2019).
5. Рейтинг стран мира по социальному развитию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/research/social-progress-index/info> (дата обращения: 31.03.2019).
6. Рейтинг стран по темпу роста населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gtmarket.ru/ratings/population-growth-rate/info> (дата обращения: 31.03.2019).
7. Рейтинг стран по ВВП на душу населения 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://investorschool.ru/rejting-stran-po-vvp-na-dushu-naseleniya-2018> (дата обращения: 30.03.2019).
8. Ход достижений в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://unstats.un.org/sdgs/files/report/2017/secretary-general-sdg-report-2017--RU.pdf> (дата обращения: 31.03.2019).
9. Структура ВВП по странам мира [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://infotables.ru/statistika/43-ekonomicheskaya-statistika->

stran-mira/426-struktura-vvp-stran-mira-tablitsa (дата обращения: 31.03.2019).

10. Денежные доходы и расходы населения [Электронный ресурс]. – URL: agstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/dagstat/resources/3d2a6580467bb4258372ebedf35b80 (дата обращения: 31.03.2019).

Таблица 1 - Показатели качества жизни и уровень производительности труда в странах с ИРЧП>0,8
(составлено автором по [3-7])

Страна	Индекс			Темп роста населения я, %	Производительность труда	
	ИРЧП	качеств о жизни	уровень социального развития		ВВП 1 на час отработанного времени, тыс. долл.	ВВП на душу населения, тыс. долл.
Выборка из десяти стран, возглавляющих рейтинг (ИРЧП>0,93)						
Норвегия	0,953	181,86	90,26	1,25	77,9	82,37
Швейцария	0,944	195,93	89,97	1,21	67,8	83,58
Австралия	0,939	191,13	88,32	1,46	56,2	56,69
Германия	0,936	187,05	89,21	0,2	68,0	48,67
Швеция	0,933	178,67	88,99	0,78	61,0	53,86
Нидерланды	0,931	188,91	89,34	0,3	67,3	52,93
Выборка стран четырнадцать стран, у которых 0,9<ИРЧП<0,93						
Канада	0,926	170,32	88,62	1,02	51,6	46,73
США	0,924	179,20	84,78	0,72	69,6	62,51
Великобритания	0,922	170,81	88,74	0,65	52,7	42,26
Япония	0,909	180,50	89,74	-0,09	46,9	40,1
Люксембург	0,904	-	89,27	2,19	94,7	113,95
Франция	0,901	157,83	87,88	0,45	66,7	42,93
Выборка из тридцати шести стран, у которых 0,8<ИРЧП<0,9						
Греция	0,870	-	82,59	-0,4	35,6	20,31
Аргентина	0,820	122,49	74,98	1,04	-	10,66
Россия	0,816	104,94	70,16	0,1	25,4	10,95

МЕТОДОЛОГИЯ КОНСТРУИРОВАНИЯ ТЕЛЕСНОСТИ

Бацанова С.В., канд. филос. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье представлен анализ современных отечественных концепций конструирования телесности в современной культуре, дается обзор основных критериев конструирования телесности.

Ключевые слова: философия науки, методология науки, телесность, методология анализа телесности, конструирование телесности.

Телесность – базовая характеристика человеческого бытия. В предыдущем параграфе мы говорили о подходах к пониманию ее в современной философии. Но культура и социальные практики последних десятилетий выводят проблему телесности на уровень объективной проблемы для большинства людей. Развитие медицины, гигиены, изменение системы питания и связей с природой привели к тому, что осознание специфики собственного телесного присутствия в этом мире стали вопросом, интересующим многих людей. Виртуализация и многомерность бытия ставят под сомнение многие постулаты как индивидуального, так и социального бытия, изменяются межличностные и межгрупповые связи, представления о нормах. Сегодняшний культурный дискурс глубоко телесноцентричен, он создает возможность для объяснения и интерпретации множества явлений и ситуаций, имеющих физиологическую основу. Многие ранее табуированные темы, связанные с телесными опытом и переживаемые, как глубоко личные, стали публично обсуждаемыми и телесное стало, если не политическим, то всеобщим. Такое изменение повлекло за собой необходимость изменения модели построения отношений с собственным телом, внезапно ставшим слишком открытым и социальным.

На первый план выходит человек, как актер, организующий процесс своей жизни и несущий за него ответственность. Постмодернизм отказался от традиции различения субъекта / объекта и понимания социальных и культурных характеристик, имеющих физиологическую основу, как стабильных и неизменных. Современная наука рассматривает гендерную и этническую идентичности, как социальные конструкторы, отдавая приоритет не физиологической основе,

а субъективной реальности и условиям социальной и культурной среды, в которой происходит формирование личности.

Повышенное внимание к индивидуальному опыту и чрезмерная открытость чужого создают интересный феномен, когда физическое отделено от социального, но при этом социальное ориентировано на повышенное внимание качеству физического тела. Оно изначально нестабильно, требует повышенного внимания со стороны своего обладателя. Соединение физических возможностей и социальной заданности телесных ориентиров создает платформу для рассмотрения тела как изменяющегося социального и культурного конструкта. Теория социального конструирования делает акцент на динамическом характере социальных процессов, где творец одновременно выступает и как субъект, и как объект творения.

Понимание телесности как конструкта становится возможным в постмодерне именно потому, что современное общество понимает человека как нечто недостаточное, требующее постоянного вливания из вне. Это вливание может быть различным, в массовой культуре человек до своей полноты бытия может быть дополнен чем угодно: товарами, событиями, приобретенными статусами. Конструирование этой символической полноты бесконечно.

Для понимания особенностей конструирования телесности, нам необходимо развести два главных понятия: «тело» и «телесность». Несмотря на то, что мы ранее дали определение телесности, начнем мы с понятия «тело». Тело — это первичное, базовое пространства каждого индивида, точка отсчета в нашем исследовании внешнего мира, в организации процессов социализации, создания диалога с другими участниками социального пространства. В теле мы можем видеть проекцию сущности субъекта во внешний мир. А.В. Старовойтов видит в тело только как чистую материю, задействованную в процессе инкультурации. Он разводит понятия тела и телесности следующим образом: «Тело — средство связи с реальностью жизненного мира человека, а телесность — представленность соматического в сознании, источник, средство и результат управления процессами взаимодействия с миром посредством тела» [4]. Но телесность — это не только система субъективных образов тела в сознании индивида, но еще и обобщенные и интериоризированные образы коллективной памяти.

Понятие телесности сравнительно недавно вошло в научный обиход, и его границы все еще подвижны. На протяжении всей истории человек стремился найти решение проблемы, как создать баланс между

душой и телом, что могло бы быть посредником в этом процессе. Демаркация тела и телесности происходит по различным основаниям.

Один из важных *критериев* этого ряда дает Л. В. Круткин, выводя диадду дух—тело за границы гносеологической проблематики: «Проблема телесности не является частью проблемы отношения души и тела, ведь для постановки психосоматической проблемы нужно пользоваться термином в "тело"» [1, 114]. Он назначает термин телесности в описывании метафизического аспекта тела: «Телесное бытие — сложная деятельность, а не просто вещная наделенность плотью. Телесность изначально, именно поэтому она представляет немалые теоретические трудности для своего понимания. Телесность совпадает с инстанцией «молчаливого» присутствия человека в мире» [1, 147]. Этот подход указывает на важность понятия телесности при описании физического и метафизического планов телесного бытия человека. Еще одним критерием становятся физические характеристики, так как тело обладает определенными физическими характеристиками, которые в процессе культурного осмысливания приобретают позитивную или негативную оценку в соответствии с культурными и социальными ожиданиями. Телесность становится законченной оценочной структурой, которая помогает личности определить свое место в социуме.

В.А. Подорога выводит понятие телесности, как функционально необходимое для фиксации смысла, появившегося в следствии субъективного действия, к примеру, касания: «Плоть — это не тело, плоть — это «клеевая прослойка» (Сартр) между двумя телами, образующаяся в результате обмена касаниями, как если бы она могла инкарнировать одну плоть в другую. Плоть проступает на поверхности тела, или, если быть определеннее, плотью можно назвать состояние тела, когда она проступает на собственной поверхности» [3, 43-44] этой точки зрения, в разделении понятий тела и телесности ключевая роль отводится фактору социокультурной среды, ее влиянию на тело через сознание человека.

При любой попытке деконструировать тело или вычленив некоторые его культурные или социальные составляющие необходимо помнить, что мы имеем дело всегда с одним и тем же человеческим телом, не существующим вне собственной целостности. Рассматривая с разных ракурсов тело, мы видим его через призму разнообразных целей, под воздействием социальных и культурных групп и сообществ.

Такая терминология необходима для научного анализа, однако, необходимо помнить, что все эти «тела» представляют понимание

физического человеческого тела конкретной уровне его конструирования. Однако отметим, что названные уровни тела следует понимать их неразрывность, так как в реальности нередко трудно выделить границы между, например, «природным телом» и «социальным телом». Однако выделение уровней методологически необходимо для понимания сущности процесса конструирования.

На уровне обыденного сознания наиболее понятным и очевидным представляется природный уровень существования тела, физическое тело воспринимается как изначальная объективная данность. Тело здесь — это материальная основа человеческого бытия — живой организм, подчиненный законам биологического существования, функционирования и развития. Оно предстает объективной биологической и физической реальностью, независимой от сознания субъекта. Такое понимание тела отражает классический для философии и естествознания взгляд. Конструирования «природного тела» отличает стремление к максимально эффективному освоению окружающей среды, а, следовательно, к лучшей выживаемости организма и большей эффективности его жизнедеятельности. Цели природных и социокультурных направлений трансформаций телесности могут, как совпадать, так и быть прямо противоположными друг другу. Эти направления, по которым конструируется «природное тело» существуют самостоятельно, не зависят друг от друга, но мы можем выявить некоторое влияние науки на то, как люди рефлексируют о собственной и чужой телесности. В первую очередь это хорошо иллюстрируется примерами о состоянии здоровья и исполнениями негативных медицинских прогнозов.

Субъектом конструирования тела могут выступать, во-первых, отдельные учёные, исследователи физического и психического состояния здоровья человека, так же всё научное сообщество в целом, во-вторых сам человек, решающий какие изменения ему необходимы, что для него является идеалом, что представляется достижимым, а что нет. Будучи подлинным субъектов конструирования, личность подвержена некоторым внешним, связанным с историческими и культурными нормами и идеалами. Вся жизнь человека сопряжена с непрерывным освоением собственного тела, пониманием его возможностей, принципов работы, социальных и личных ожиданий.

Тело на уровне культуры — это результат целенаправленного творения и использования телесного начала человека в соответствии с идеалами, ценностями и нормами доминирующей модели культуры или же отдельных субкультур. Право на свободное конструирование

телесности в соответствии со своими представлениями об идеалах, потребностях и возможностях.

Индивидуальное конструирование представляет здесь баланс между личными потребностями и способом инкультурации — приобщения индивида нормам и паттернам поведения, одобренными обществом, на этом уровне тело предельно семиотизировано. Оно воспринимается как «тело—текст», самопрезентация в единстве означаемого и означающего, как чувственное присутствие человека в пространстве культуры, отображающее не столько «реальность» человеческого мира, но и его потенциальность, опосредованное тем, что «человек категоризация культурное решение задачи, но как задачу, которую ему самому в ходе жизни предстоит решить» [3, 149].

На культурном уровне конструирование тела реализуется через практики целенаправленного изменения и маркировки тела. Эти стратегии создают условия для позиционирования личностью себя в структуре социального пространства. В современном урбанизированном мультикультурном обществе соответствие идеалу телесности становится одновременно и важным элементом идентичности, и фактором групповой консолидации, зачастую заменяющим идеологию.

Таким образом, конструирование телесности представляется процессом, имеющим несколько особенностей. В качестве субъекта конструирования могут выступать: личность, социальная группа, и общество в целом. Процесс конструирования может носить как индивидуальный, так и коллективный характер.

Список литературы:

1. Круткин В.Л. Телесность человека в онтологическом измерении // *Общественные науки и современность*. 1997. №4. С.143-151.
2. Монастырская И.А. Человек в современном городском пространстве: проблема интеграции города и природного ландшафта в региональном аспекте // *Экономика. Общество. Человек: межвузовский сборник научных трудов*. Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. С.213-221.
3. Подорога В.А. Феноменология тела: введение в философскую антропологию. М.: Ad Marginem, 1995. 341 с.
4. Старовойтов А.В. Телесность человека как предмет познания. [Электронный ресурс]. URL: http://www.psy-praxis.blogspot.ru/2011/12/blog-post_1539.html

О НЕКОТОРЫХ ПРОТИВОРЕЧИЯХ СОДЕРЖАНИЯ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕФОРМ И ТРЕБОВАНИЙ ПОСТИНДУСТРИАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА

Давыденко Т.А., доцент,

Кажанова Е.Ю., доцент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Аннотация. Новое постиндустриальное общество предполагает, что позиции стран в завтрашнем мире будут определять интеллектуальный человеческий потенциал, качество образования, профессиональная компетентность работников, их способность генерировать новые идеи и высокотехнологичная научно-техническая база. Однако не менее важным является сохранение нравственно-духовных основ развития общества. Ключевую роль в этом процессе должно играть образование. В статье акцентируется внимание на противоречиях содержания и последствий образовательных реформ и требований новой экономики.

Ключевые слова: постиндустриальное общество, качество образования, мотивация образования, нравственно-духовные основы развития.

Начало XXI века ознаменовалось бурными дебатами, как в научной среде, так и в обществе в целом о проблемах и перспективах перехода к постиндустриальному обществу. Наиболее активные сторонники этой концепции не желают видеть связь между новым технологическим укладом, в котором знания и информация становятся фундаментальными основами, и культурной сферой жизни общества [1]. Провозглашая культ знаний, они склонны забывать, что эффективное развитие общества только опирается на знания, но не сводится к ним. В связи с этим процесс формирования знаний должен осуществляться таким образом, чтобы его результатом была разносторонняя личность, для которой борьба за выживание на рынке – не основополагающая цель. Необходимо рождение таких новых приоритетов как корпоративная ответственность перед обществом, экологические ориентиры, духовные и нравственные ценности.

В результате действия рыночных механизмов в сферах образования, труда и занятости возникла сложная ситуация, особенно болезненной она оказалась для молодежи, которая в силу специфики своих социально-психологических характеристик по-прежнему

оказывается недостаточно подготовленной к современным реалиям рынка труда.

Кризис в российском обществе породил острый конфликт поколений, который касается не только мировоззренческих и духовных основ развития, но также базисных взглядов на экономику, производство, материальную жизнь и благосостояние. Многие ценности, которые исповедовало поколение «отцов», утратили практическое значение. «Дети» отказываются их принимать, так как считают, что они непригодны ни для настоящей жизни, ни для будущего. К большому сожалению, в число таких ценностей попало и образование. Речь идет о его содержательной составляющей, а не о формальном проявлении – наличии диплома того или иного образовательного учреждения. Подобная ситуация не только не отвечает, она противоречит тем установкам, которые определились в процессе формирования такого этапа развития человеческого общества, как «постмодерн», основой которого является экономика знаний.

Известно, что в условиях рынка система высшего образования стремится одновременно решить две трудно совместимые задачи: обеспечить выпускникам – молодым специалистам определенный уровень конкурентоспособности на рынке труда и дать возможность вузам выжить. В результате коммерческие интересы отодвигают общественные и нравственные цели на второй план, а качество образования уступает место количеству обучающихся, по вузовским коридорам бродят сотни студентов, выходящих «на диплом», имея несколько задолженностей еще за первые годы обучения. На сегодняшний день угроза отчисления уже не находится в прямой зависимости от успеваемости, зато напрямую зависит от своевременности внесения платы за обучение. Безусловно, такое положение не может способствовать повышению ценности образования в глазах тех, цели и жизненные принципы которых еще окончательно не сформировались. У студентов, особенно первокурсников, наблюдающих праздную жизнь не утруждающих себя учебой некоторых представителей старших курсов, складывается ошибочное впечатление, что в вуз главное попасть, вовремя платить, а диплом все равно дадут. Отсутствие потребности и необходимости трудиться во время учебы, распространяется впоследствии и на отношение к работе.

Так, исследования показывают, что при условии обладания достаточными средствами к существованию, 20% людей не хотят работать ни при каких обстоятельствах. Из остальных – 36% готовы работать, если работа будет интересной; 36% - чтобы избежать скуки и

одинокость; 14% - из-за боязни потерять себя, 9% - потому что работа приносит радость. Только для 12% людей основным мотивом деятельности считают деньги; около 45% предпочитают им славу, 35% - удовлетворенность содержанием работы, а примерно 15% - власть [3]. Как видно, профессиональный и творческий мотивационные типы характерны лишь для менее, чем половины опрошенных. Следовательно, более половины не имеют мотивации к высокопроизводительному, творческому труду, который соответствует вызовам экономики информационного общества.

Подобное положение вещей не может не волновать общественность, государство пытается реформировать образовательную сферу, привести ее в соответствие с международными стандартами. Однако формы, методы и инструменты образовательных реформ настолько несостоятельны, что вызывают у населения целый шквал эмоций: от непонимания и недоумения до возмущения и негодования. Это касается и пресловутого ЕГЭ, и «черного списка» вузов, в который попали учебные заведения высшего профессионального образования, имеющие давнюю хорошую репутацию, и отсутствие внимания к проблеме крайне низкой в сравнении с другими отраслями экономики (не говоря уже о других странах) оплате труда профессорско-преподавательского состава. Сюда же следует отнести и явный крен к изучению прикладных дисциплин в ущерб фундаментальным наукам, что отражено в новых учебных планах, неоправданно частую смену образовательных стандартов, а также повсеместное распространение тестирования в качестве основной формы контроля полученных знаний. Последствия ЕГЭ таковы, что сегодня в студенческих аудиториях все больше становится молодых людей, которые с трудом могут сформулировать и аргументировать собственное мнение, своими словами передать смысл прочитанного, вести дискуссию (с чьей-то легкой руки их окрестили «жертвами ЕГЭ»). Работать с таким контингентом трудно, неинтересно, перспективы в плане получения достойных знаний - пессимистические.

Не менее существенное значение в формировании отношения молодежи к труду имеет мотивация образования. За последние двадцать лет у подавляющей части молодежи все явственнее проявляется тенденция рассматривать образование как средство получения диплома. Формируется мотивационная структура люмпенизированного типа, когда обучение выступает не как средство дальнейшей самореализации и раскрытия своих способностей, а возможность, имея диплом, быть «как все». Во многом этому способствует широкое развитие платной

формы обучения, все более вытесняющей из вузов бюджетные места. Вузы уже не выполняют функцию профессионального обучения, судя по тому, что из их названий исчезло это словосочетание. Под большим вопросом и воспитательная функция, так как количество часов, отводимое на изучение студентами дисциплин социально-гуманитарного профиля ничтожно мало и с каждым годом имеет тенденцию к сокращению. А принимая во внимание требования очередных новых образовательных стандартов, согласно которым наполнять содержанием учебные планы будут выпускающие кафедры, эти предметы могут и вовсе исчезнуть, уступив место узкопрофессиональным. В итоге получим выпускника с такими характеристиками: знаю как, но не знаю, зачем и с какими последствиями. Можно только предполагать, к чему это может привести...

Итак, присутствие зарождающихся постиндустриальных начал в российском обществе требует баланса между стремлением к экономическому росту и сохранением нравственно-духовных основ его развития. Ведь одной из главнейших опор позитивного развития общества является человек во всем его многообразии. Поэтому не только высокопроизводительный труд, но и культура, установки, принципы и другие социальные параметры личности должны служить его процветанию.

В современных условиях общество все более утверждает во мнении, что человек – это и средство, и цель, и движущая сила всех преобразований [4]. В связи с этим все аспекты проводимых в России реформ, в том числе и образовательных, должны рассматриваться через «призму» человека, главной ценности общества.

Список литературы:

1. Бодрунов С.Д. Грядущее. Новое индустриальное общество: перезагрузка: Монография. Изд.2-е, исправленное и дополненное. СПб.: ИНИР им. С.Ю. Витте, 2016. 328 с.
2. Жирнов Е. Время отчаяния, паника мысли // Коммерсант Власть. №49. 14.12.2015. С. 35. <http://www.kommersant.ru/doc/2861286>
3. Результаты статистического исследования делового портала «Компетенции»: «Как российские компании управляют процессами обучения и развития персонала» <http://obzory.hr-media.ru/issledovaniye korporativnoe obuchenie i razvitie>
4. Рудычев А.А., Кажанова Е.Ю. Эволюция объектов управления человеческими ресурсами // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №7. С.193-198.

МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ ЦЕЛОМУДРИЯ

Жданова И.В., ст. преподаватель, аспирант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Актуальный вопрос местоположения целомудрия в современном мире был рассмотрен в статье с религиозной точки зрения. Целью было показать отличие современного значения слова «целомудрие», которое замыкается в конечном счете на сексуальную сферу нашей жизни, в то время как в русской философии мы рассматриваем это понятие как целостность личности как таковой.

Ключевые слова: целомудрие, целостность, церковь, истина, свобода.

Современный человек может сказать о целомудрии немного. Скорее всего, он свяжет это понятие с сексуальной невинностью, применяемому к несформировавшемуся человеку. Это понятие имеет положительную моральную окраску, раскрываясь в сознательном самозапрещении того, что разрушит способность к сопротивлению злу. Любопытным будет отметить, что в русской религиозной философии «целомудрие» имело совершенно иное смысловое содержание, лишь отдаленно касающееся опыта телесных наслаждений.

Мы не считаем себя достаточно компетентными в вопросах Церкви, но сегодня попытаемся поговорить о целомудрии с религиозной точки зрения, опираясь на авторитет русских религиозных философов.

Оправдание мира, обоснование его, пусть относительной, ценности, а также утверждение значительности человеческого служения в миру, его предназначения и даже «призванности» – одна из важнейших идей русской религиозной философии начала XX века [1, 2]. В своих рассуждениях мы будем время от времени ссылаться на Бердяева. Специфичность его взглядов особенно остро проявилась в конце 20-х – начале 30-х годов, и может быть нами зафиксирована только в отношении к этой традиции в двух ее основных разновидностях: метафизики всеединства и возникшей на ее основе софиологии, с одной стороны, и мистического анархизма – с другой. То, что объединяет их между собой, можно определить так: «Как не припомнить наставлений св. отца: «Всегда старайся, чтобы стрела твоя попадала в самую цель; смотри, чтобы не залететь тебе далее заповеди

великого Христа, остерегайся и не вполне исполнить заповедь; в обоих случаях цель не достигнута» [3, с.180].

Что же такое есть служение Христа как не образ, который на протяжении всей жизни пытаются достичь верующие в него, но, ни на словах ни на деле, так и не постигают этого. Его дела были не просто делами, они воплощали и восстанавливали истину, поэтому Истина в нем наполнялась Жизнью, Жизнь освещалась Истиной, а Он сам, как средоточие всего этого становился Живой Истиной; и «ни до Него, ни после Него никто не достигал и не достигнет такой полноты и такого цело-мудрия»[4, с. 12], – писал Л.П. Карсавин.

Мы же, даже самые лучшие из нас можем лишь сообразовывать себя Христу. Исторически сложилось так, что пути святости и мудрости часто расходились и лишь немногие могли приблизиться к истинному цело-мудрию, но ведь только цело-мудрию может открыться Истина. Отсюда возникает потребность говорить об идеи авторитета, смысл которого не в порабощении разума, но в помощи ему и в побуждении его к исследованию Истины. Более того, речь идет не об авторитете отдельного человека. Человек по своей сути подвержен ошибкам. Как таковому отдельному человеку целостность и полнота Истины недоступны: кроме Христа Иисуса, Христос же удостоверяет Истину целомудренно и есть Богочеловек. В таком случае целесообразно говорить о Соборной Церкви, так как дело именно в ее авторитете. «Церковь объединяет разъединяющееся, согласуя и соборую мудрецов и праведников. Она непорочно хранит и сообразно временем и срокам раскрывает Христову истину» [4, с. 13].

Хотелось бы определить целомудрие устами еще одного русского философа, человека не только верующего, но и имеющего священнический сан, отца Павла Флоровского, который писал о целомудрии как о цельности человеческого существа, для себя – это мудрая умеренность и удовлетворенность сердца, для других – «Память Божия» [5, с.193].

Современное понимание целомудрия, как уже отмечалось, переключается с русской религиозной философией только понятием целостности, которая увязывается именно с телесными особенностями, преимущественно даже, женского организма. Даже современные священники говорят о целомудрии как антониме разврата [7]. Собственно, и само это слово воспринимается уже как анахронизм, его современными аналогами стали слова «девственность» и «невинность», да и те уходят в прошлое с понижением возраста устранения этого досадного недоразумения. Разбирать моральную сторону вопроса мы

сейчас не будем, тем более, сказать что-то новое после гениальных рассуждений на эту тему Василия Васильевича Розанова слишком самонадеянно.

Здесь только необходимо отметить, что и в русской религиозной философии целомудренность противопоставлялась греху, например, у Павла Флоренского, который писал, что греху противостоит удивительная устроенность души, зовущаяся целомудрием, в смысле цело-умия, здраво-умия самособранности, крепости, простоты, характеризующие внутреннее единство и цельность человеческой личности [5, с 173].

Целомудрие — это великое дело и основа, лишь благодаря которой человек и может постепенно, через молитву, приобщаться Богу и в нем может осуществляться тот процесс, который мы называем процессом обожения — то есть когда тварная человеческая природа преобразуется, прививается к божественной природе [6, с.6].

Через целомудрие решается извечный спор между миром и Церковью, заключающийся в том, что каждого, кто хочет быть христианином не по имени только, возникает дилемма: быть христианином — значит отвернуться от мира; принять мир — значит отвергнуть Христа. При этом логика заставляет нас утверждать: если Христос есть начало абсолютное, любой компромисс здесь будет предательством Христа, той или иной формой отвержения абсолюта (формой донатистской ереси, если угодно); либо нам надлежит признать истинной манихейство, то есть равенство двух начал, но и такое решение даст нам только жертву одним абсолютотом в пользу другого и не приведет к оправданию чего-либо относительного: формула В.В.Розанова — «Мир прогорк во Христе» обратится в формулу Ф.Ницше — «Вы убили Бога».

Так вот в целомудрии видится выход из этого тупика: воплощение Церкви в учении и в жизни означает собственно христианизацию мира, его церковное становление. Церковь и мир невозможно разграничить, деление их проходит не между какими-либо институтами или людьми, рубеж присутствует в каждом индивидуальном сознании и непонимание этой особенности ведет к ошибке. Каждый человек есть христианин лишь в потенции, в становлении, в нем пока отсутствует полнота целомудрия. Так считает, например Лев Карсавин.

Подводя итоги сказанному, отметим, что если в русской религиозной философии целомудренность относится к целостности личности как таковой, являясь ее субстанциальной характеристикой, то современное понимание этого термина связано с чисто технической

телесной особенностью. Таким образом, произошел смысловой сдвиг в понимании человека.

Список литературы:

1. Валева Г.В. Проблема теодицеи в русской религиозной философии конца XIX начала XX вв. // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Философия. Социология. Право 2010. №2(73). Выпуск 11. С.140-146.
2. Замалеев А.Ф. Русская религиозная философия: XI–XX вв. СПб.: Изд. дом С.-Петерб. ун-та, 2007. 208 с.
3. Тареев М.М. Цель и смысл жизни // Смысл жизни М.: Прогресс, 1994. С.123-240.
4. Карсавин Л.П.. Святые отцы и учителя Церкви. М. МГУ, 1994.176 с.
5. Флоренский П. Столп и утверждение истины. Опыт православной теодицеи. Т.1. М.: Правда, 496 с.
6. Мищенко А.В. Триаδικские учения в русской религиозной философии конца XIX- начала XX вв.: диссертация ... кандидата философских наук: 09.00.03; [Место защиты: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет»]. Санкт-Петербург, 2015. 193 с.
7. Архимандрит Рафаил (Карелин) о целомудрии и разврате / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://azbyka.ru/deti/11212-2> (дата обращения 05.04.2019)

ПРАВСТВЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ЭКОНОМИЧЕСКОМУ РАЗВИТИЮ

Журавлева Л.И., канд. экон. наук, доцент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы современной российской экономики. Сегодня коррупция является серьезным препятствием на пути экономического процветания. Не только административные методы борьбы с коррупцией, но и добросовестное, ответственное отношение к своему делу может способствовать экономическому росту. Христианство как раз и отстаивает идеи нравственной экономики и может служить опорой в построении более справедливой модели общества и экономики.

Ключевые слова: имущество, богатство, христианские основы экономической жизни, экономический кодекс православного предпринимательства.

Религиозные тексты всегда были связаны с экономическим бытием человека, потому что духовная составляющая жизни человека невозможна без материальной основы. В религиозных текстах представлены не только моральные нормы человеческого поведения, но и правила экономической жизни, потому что экономика — это отношения между людьми и таким отношениям отводится большое место в Евангелии, много бесед Христос посвящал богатству, имуществу. Приоритет в православии отдается духовным ценностям, но трудовая деятельность рассматривается как основа развития духовных начал. Как утверждает в Основах социальной концепции Русской Православной Церкви труд сам по себе не является безусловной ценностью, но если он соответствует замыслу Бога о мире и человеке, то он приобретает черты божественного творчества [5].

На некоторые жизненные нормы в Библии указывается неоднократно, что свидетельствует об их важности. Так, в Книге Притчей Соломоновых в притчах 11.1, 16.11, 20.10 и 20.23 говорится: 1) неверные веса — мерзость пред Господом, но правильный вес угоден Ему; 2) верные веса и весовые чаши — от Господа; от Него же все гири в суме; 3) неодинаковые веса, неодинаковая мера, то и другое мерзость пред Господом. В этих Притчах и во многих других местах Библии

(Левит 19:35-37, Иезекииль 45: 9-12) прямо указывается на необходимость честного предпринимательства.

Библия указывает человеку на необходимость совершенствования в своем деле (Книга Притчей Соломоновых, 22:29): "Видел ли ты человека проворного в своем деле? Он будет стоять перед царями, он не будет стоять перед простыми".

В разных местах Библии можно найти разные размышления о богатстве, о его значимости для человека. В ней неоднократно говорится, что богатство — от бога: 1) "Но чтобы помнил Господа, Бога твоего, ибо **Он дает тебе силу приобретать богатство**" (*Второзаконие 8:18*); 2) "Если послушают и будут служить Ему, то проведут дни свои в благополучии и лета свои в радости" (*Иов 36:11*); 3) "**Господь — Пастырь мой; я ни в чем не буду нуждаться**" (*Псалом 22:1*); 4) "Бойтесь Господа, святые Его, ибо нет скудости у боящихся Его" (*Псалом 33:10*); 5) "Я был молод и состарился, и не видал праведника оставленным и потомков его просящими хлеба" (*Псалом 36:25*); 6) во Второзаконии (7:13, 8:8,18) говорится, что человек, исполняющий закон, будет иметь землю с избытком пшеницы, ячменя, виноградных лоз, гранатовых и масличных деревьев, стада овец и множество крупного и мелкого скота, много золота и серебра; 7) "Итак не заботьтесь и не говорите: что нам есть? или что пить? или во что одеться? потому что всего этого ищут язычники, и потому что Отец ваш Небесный знает, что вы имеете нужду во всем этом. Ищите же прежде Царства Божия и правды Его, и это все приложится вам" (Евангелие от Матфея 6:31-33).

Во Второзаконии 8:17-18 четко указано, что богатство дано человеку для помощи ближним: "...Он дает тебе силу приобретать богатство, дабы исполнить, как ныне, завет Свой, который Он клятвою утвердил отцам твоим". Проблема не в богатстве, а в сребролюбии (Послание Тимофею 6:9-10, Псалом 61:11): "... ибо корень всех зол есть сребролюбие". Важно правильно использовать деньги, богатство снимает многие ограничения и дает возможность помощи большому количеству людей. В то же время богатый должен помнить, кому много дано, с того и много спросится.

Имущественное положение не говорит ничего о том, угоден ли богу такой человек. Ни бедность, ни богатство не являются условиями спасения человека. Главное — как человек распоряжается своим имуществом. Многие люди, упоминаемые в Ветхом Завете были весьма состоятельными: Авраам, Иов, Никодим. Нет прямой зависимости

между богатством и праведностью, между грешной жизнью и бедностью, здесь взаимосвязь более тонкая.

Особое отношение к поручительству в финансовых вопросах. Об этом говорится во многих местах, но наиболее ярко об этом говорит Притча 22: 26-27: "Не будь из тех, которые дают руки и поручаются за долги: если тебе нечем заплатить, то для чего доводить себя, чтобы взяли твою постель из-под тебя?".

Сегодня церковь предпринимает попытки влияния на предпринимательскую среду с целью поощрения нравственного предпринимательства [5]. Но не совсем верно говорить о православной хозяйственной деятельности, а вот распоряжение результатами труда возможно на религиозных принципах, что является актуальным для нашей страны, так как у нас по статистике сегодня абсолютное большинство наших сограждан, в том числе работающих, или нищие, или бедняки. Расточительность некоторых богатых людей безобразна, но и бедность может ожесточить человека, развить в нем зависть [1].

Ярким примером спроса на нравственное предпринимательство является создание православной общественностью такого документа как "Этический кодекс православного предпринимательства". А 13 апреля учрежден особый праздник — день мецената и благотворителя. В России можно привести множество примеров из прошлого, когда богатые люди заботились о благополучии своих работников, сегодня также немало примеров явного и тайного служения благу общества.

В обществе назрела необходимость перемен: за 10 месяцев 2018 года наблюдается рост случаев дачи взятки на 10, 5 % по сравнению с тем же периодом прошлого года [3]. Оценить же в полной мере потери от коррупции, по некоторым данным они составляют 30% расходов бюджета, а по другим — до 50% [6], невозможно.

Практический опыт свидетельствует, там, где сильна вера, экономика развивается в большей степени по сравнению со странами менее религиозными. Например, Ирландия, одна из развитых и в то же время наиболее религиозных европейских стран. В современной Польше ВВП составляет 190 % от уровня 1989 года. Не связано ли это с тем, что 55% поляков посещают мессу еженедельно [2]?

Поиски смысла существования сопровождали человечество на всем пути его существования. Конечно, христианская экономика — это идеальная модель, но жизнь общества или отдельного человека намного богаче и ярче при наличии идеала.

Список литературы:

1. Бережная И.Н. Проблема формирования морально-нравственного капитала как составляющей человеческого капитала в условиях техногенной цивилизации // Экономика знаний и роль человеческого капитала в ее формировании: монография. Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. С.68.
2. Гаджинская С., Ульянов А. Экономика и христианство// [Электронный ресурс]. Режим доступа: // <https://foma.ru/ekonomika-i-xristianstvo.html> vzyatki (Дата обращения 22.03.2019).
3. Генпрокуратура отчиталась о росте числа взяток в России// [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2018/12/09/788791-vzyatki> (Дата обращения 20.03.2019).
4. Гильманов А.З., Соловьев М.М. Православие как фактор развития рыночных отношений в России // Вестник экономики, права и социологии. 2014. №3. С.191.
5. Основы социальной концепции Русской Православной Церкви// [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://azbyka.ru/otechnik/dokumenty/osnovy-sotsialnoj-kontseptsii-russkoj-pravoslavnoj-tserkvi/#0_6_vzyatki (Дата обращения 12.03.2019).
6. Степанов Г. Сколько Россия теряет из-за коррупции. Масштабы ущерба оцениваются в триллионы рублей// [Электронный ресурс]. Режим доступа:<https://news.ru/den-gi/korrupciya-rossiya-usherb-byudzheta-statistika/> vzyatki (Дата обращения 25.03.2019).

ОРГАНИЗАЦИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

**Кузнецова С.В., канд. техн. наук, доцент,
Ванькова Т.Е., ст. преподаватель**
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация: В статье рассматриваются некоторые проблемы в организации самостоятельной работы студентов, а также вопросы позволяющие улучшить результаты учебного процесса.

Ключевые слова: инженерная графика, самостоятельная работа студентов.

Для совершенствования российского образования определены основные задачи профессионального образования – «подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности».

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельного труда.

Доля самостоятельной работы студентов при изучении любой дисциплины, в том числе и геометро-графических дисциплин, составляет 50% от всех часов, отводимых на обучение. Студенты не всегда понимают, что самостоятельная работы – это важная составляющая в процессе образования. Аудиторных часов бывает не достаточно для того, чтобы дать студентам весь материал в полном объеме. Поэтому необходимо подготовить и нацелить студента на самостоятельное, более глубокое овладение знаниями по предмету.

В последние годы, как известно, в учебных планах всех специальностей было значительно сокращено время, отводимое на изучение графических дисциплин.

Студенты 1 курса практически не владеют методикой самостоятельной работы и недостаточно четко ориентируются в учебном процессе вуза. Поэтому при проведении занятий по

инженерной графике в 1 семестре преподавателя вынуждены уделять значительное внимание методическим вопросам, которые позволяют обеспечивать оптимальные результаты учебного процесса. Индивидуальная работа каждого студента в своем режиме способствует привитию ему навыков самостоятельной работы.

Кафедрой начертательной геометрии и графики проведены организационно - методические мероприятия по совершенствованию самостоятельной работы студентов по инженерной графике. К ним относятся:

- введение календарных планов выполнения домашних заданий;
- организация самостоятельной работы студентов в аудитории или в общежитии;
- использование «Рабочей тетради» для практических занятий по инженерной графике;
- выполнение индивидуальных домашних заданий по инженерной графике (ИДЗ);
- выполнение графических заданий для самостоятельной работы (СРС);
- применение безмашинного программированного контроля текущей успеваемости студентов;
- проведение дополнительного курса лекций по инженерной графике по желанию студентов на платной основе;
- использование технических средств обучения.

Календарные планы обеспечивают ритмичную работу студентов и равномерную загрузку преподавателей в течение семестра. Преподаватель на каждом практическом занятии проверяет у каждого студента выполнение недельной «дозы» задания.

Самостоятельная работа студентов в аудитории проводится по расписанию, в закрепленной за группой аудитории или секции общежития в присутствии преподавателя. На самоподготовку отводится два часа, как правило, накануне практических занятий. Преподаватель помогает студентам разобраться в материале лекций и в рекомендованной литературе. Студенты самостоятельно решают упражнения «Рабочей тетради».

Одним из элементов обучения инженерной графики является решение задач. Значительные затруднения при решении задач обусловлены тем, что студенты не видят общего в разных задачах, а значит, не ищут общих приемов и методов решения. Кафедрой создана «Рабочая тетрадь» для практических занятий по инженерной графике на

алгоритмической основе, позволяющей систематизировать все задачи по курсу. Около одной трети задач, так называемых «комплексных», решаются на практических занятиях, остальные упражнения решаются в аудитории самостоятельно. «Рабочая тетрадь» облегчает студентам подготовку к практическим занятиям и позволяет экономить время. Индивидуальные домашние задания (ИДЗ) состоят из чертежей, которые выполняются на листах формата А3, и чертежей самостоятельной работы студентов (СРС), которые выполняются на листах форматов А3 и А4, и все чертежи ИДЗ и СРС подшиваются в альбом.

Безмашинный программированный контроль текущей успеваемости студентов осуществляется на каждом практическом занятии и преобладающим ответом студента является конструируемый, а не выборочный. На контрольный опрос отводится 15-20 минут. Программированный контроль активизировал самостоятельную работу студентов и обеспечил регулярную обратную связь, на основе которой появилась возможность оперативно корректировать учебный процесс, а также оказывать своевременную помощь отстающим.

К техническим средствам, используемым кафедрой, относятся модели по курсу начертательной геометрии, модели по проекционному черчению, плакаты, проекторы, интерактивные доски, электронные пособия и методические указания, диапозитивы, диафильмы и кинофильмы по отдельным разделам курса.

Активная самостоятельная работа во время практических занятий и аудиторной самостоятельной работы позволяет студентам качественно выполнять и равномерно в срок сдавать графические работы, способствует успешному усвоению программного материала по курсу.

Список литературы:

1. Амирджанова И.Ю. Проблемы заинтересованности студентов в изучении общеобразовательных и инженерных дисциплин // Научно-методические проблемы графической подготовки в техническом вузе на современном этапе: материалы Междунар науч.-метод. конф., посвященной 80-летию АГТУ. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. С.142-144.
2. Дузенко К.К., Чуева Я.П. Некоторые особенности организации самостоятельной работы по изучению начертательной геометрии // Научно-методические и практические аспекты подготовки специалистов в современном техническом вузе: сборник научных трудов. Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2003. С.287-288.
3. Туркина Л.В. Самостоятельная работа студентов в процессе изучения графических дисциплин // Межвузовский научно-методический сборник. Саратов: Изд-во СГТУ, 2004. С.158-161.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ С ТЕКСТОМ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ ДЛЯ ИНОСТРАННЫХ ГРАЖДАН

Монастырская И.А., канд. филос. наук, доцент,
Булгакова С.А., аспирант
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Проблема понимания в философии и педагогике в последнее время особенно актуальна в процессах межкультурной коммуникации и образовании. Авторы анализируют данную проблему на примере работы с текстом на подготовительном факультете для иностранных граждан Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. В связи с этим рассматривается методология и методика обучения русскому языку иностранных студентов.

Ключевые слова: тест, научный текст, учебный текст, понимание, язык, диалог.

Особое значение в современной культуре во взаимодействии разных субъектов в процессах межкультурных коммуникаций имеет проблема понимания. Вместе с тем, понимание, можно трактовать и как взаимосвязь человека с текстом. Именно текст имеет значение как носитель смыслов, выраженных в языке той или иной культуры. Данная проблема особенно актуальна в процессе обучения иностранных студентов русскому языку. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова ведет подготовку национальных кадров для зарубежных стран с 1993 года и заслужено имеет хорошую репутацию и высокий рейтинг среди высших образовательных учреждений. В 2018-2019 учебном году на ПФИ обучаются более 500 студентов из разных стран мира. Носителей различных культур и традиций объединил русский язык. Чтобы не только научить говорить по-русски, но и привить любовь к русскому языку, культуре, традициям и истории страны, от преподавателя требуется не только знание, педагогический опыт, толерантность, но и владение методологией герменевтики как понимания Другого (человека или культуры или языка) в процессе обучения студентов – иностранцев.

Предмет исследования - текст, как осмысливающее и конституирующее в языке жизненный опыт человека на примере обучения иностранных студентов русскому языку. Сложность предмета

исследования обуславливает выбор методологии - междисциплинарный подход, поскольку рассматриваемая проблема носит междисциплинарный характер, с учетом принципа целостности исследуемого явления как системы. Если лингвистический анализ исходит из непосредственно выраженного в тексте прямого содержания и структуры текста, то философско-культурологический обнаруживает в тексте все новые смыслы, исходя из герменевтического «фонда» поколений [2].

Значительный вклад в исследование проблемы текста внесли такие мыслители, как М.М.Бахтин, Р.Барт, В.В.Виноградов, И.Р.Гальперин, Ю.Кристева, А.А.Леонтьев, Ю.М.Лотман, В.Я.Пропп, Л.В.Щерба и др. Особое внимание, с нашей точки зрения, заслуживает идея русского ученого Михаила Бахтина о том, что общность интересов («заинтересованности» в понимании чего-либо) порождает диалогические отношения между текстами. По М.Бахтину в процессе восприятия чужого текста человек создает свой текст, интерпретируя первоначальный и, таким образом приближается к пониманию смысла, носителем которого выступает текст. Проблема интерпретации может быть рассмотрена как востребованность текста в процессе его освоения, когда ученик также активен, как и учитель. Текст становится текстом только в случае его востребованности субъектом познания. Таким образом, проблема востребованности текста связана с ситуацией общения и выходит из лингвистического анализа в социокультурный. М.М.Бахтин писал: «Где нет текста, там нет и объекта для исследования и мышления» [3, с.473]. По мнению М.М.Бахтина, любое высказывание предполагает диалог со-беседника, индивидуальный речевой акт есть *contradictio in adjecto*. Только в потоке речевого общения высказывание может осуществляться как целое, т.к. целое определяется его границами, а границы высказывания проходят в области соприкосновения с другими высказываниями или с внесловесной средой. Следовательно, всякое понимание носит активно ответный характер, «чреват ответом» (М.М.Бахтин), как бы заложено потенциально. Всякое высказывание заранее ориентировано на это понимание - ответную реакцию, словом – все это зависит от контекста во времени и пространстве.

Из работ М.Бахтина следует, что он трактует текст предельно широко, как культурный текст и как структурный элемент культуры и диалога, проявляющийся в разных формах языка. Обращение к тексту, как в малом, так и «большом диалоге» означает для человека выход за границы своей культуры. А значит, и сами способы текстопонимания

управляются культурой. Именно в процессе текстообразования происходит непрерывное качественное изменение языка, а следовательно и понимание смыслов, что особо значимо в процессе овладения «чужим» языком. Таким образом, слово становится представителем множества текстов, которые хранятся в памяти культуры и собственно составляют культуру: «...это полный кругооборот от слова к звуку, от звука к восприятию, от восприятия к пониманию, от понимания к чувству, памяти, поступку и обратно к слову о поступке, который мы таким образом осознали как совершившийся в действительности» [5, с.153].

На всех этапах овладения русским языком основой служит работа с текстом. На этапе вводно-фонетического курса идет работа с мини-текстами. На мини-текстах отрабатывается фонетика, интонация, понимание малого количества информации. Заучивая мини-тексты, студенты – иностранцы учатся строить свои собственные монологические высказывания. Задавая вопросы по тексту, они приобретают навыки, необходимые для диалогической речи. Переходя на первичный уровень овладения русским языком, меняются сами тексты, усложняется работа с ними. Кроме информационной составляющей в текстах появляется сюжетная линия. Конечно, идеи таких текстов направлены на обогащение лексического запаса студента – иностранца, на закрепление лексики, необходимой в быту или повседневных жизненных ситуациях. На данном уровне тексты максимально адаптированы под элементарный уровень владения языком. Но при работе с текстом уже ставятся сложные грамматические задачи.

На базовом уровне русского языка как иностранного тексты приобретают больший объем, усложняется сюжет, задается минимальная культурная составляющая, ставятся достаточно высокие требования у сложности грамматического и новизне лексического материала. На этом этапе наряду с учебными текстами вводятся тексты для чтения по специальности. Необходимо различать работу по этим двум видам текстов на базовом уровне овладения РКИ. Так, доцент кафедры русского языка и естественных дисциплин Акифи О.И. полагает, что обучение чтению необходимо при формировании навыков как устной, так и письменной речи. Рассматривая исходные основополагающие принципы обучения, следует отметить необходимость взаимосвязанного обучения. Согласно которому овладение определённым языковым материалом происходит тем успешнее, чем больше анализаторов участвуют в нём: каждая часть

речевого материала «пропускается» через все четыре вида речевой деятельности, т.е. один и тот же материал обучающиеся читают, воспринимают на слух, записывают и используют в устном высказывании.

Таким образом, мы видим, что процесс чтения на уроках РКИ на базовом уровне должен опираться и на аудиальный материал, а выходом в речевую деятельность и как результат овладения языком должен быть как письменный язык, так и устная речь. Так же следует отметить, что коммуникативное обучение предписывает принцип новизны в использовании текстов и упражнений, отказ от многократного чтения того же текста или упражнения с тем же заданием, вариативность текстов разного содержания, но построенных на одном и том же материале; условий, форм и приёмов обучения. Новизна предполагает отказ от произвольного заучивания высказываний, текстов, диалогов и т. п., развивает продуктивность речевых умений, вызывает интерес к учебной деятельности. Аргументированность выбора учебного и художественного материала для чтения обусловлена гуманизацией образования, связи учебного материала не только с бытовой жизнью и научными текстами, но также с культурой народа [1, с.42-47].

Работа с текстом по специальности имеет свою специфику. Декан факультета для иностранных граждан Легочкина Е.Н. в своей работе рассматривает научный текст или текст по специальности как системно-организованную единицу, которая всегда предполагает сложное строение, каждая из составляющих этой системы связана с другими в рамках целого и в то же время занимает определенное место в системе. Текст нельзя представить как неупорядоченное множество предложений, это обязательно системно организованная их совокупность, строго определенное их сочетание, которое образует единое, целостное речевое и языковое образование. Текст - это система смысловых отношений (связей), определенно организованная по цели и по смыслу совокупность фраз. При подборе учебных текстов следует учитывать то, что для учебного текста обязательны такие характеристики, как связность, логическая последовательность, целостность и завершенность. Учебный текст перестает быть текстом, если в нем отсутствуют наиболее существенные характеристики естественного текста.

В условиях вузовского обучения у студентов-иностранцев возникает необходимость общения во всех основных видах коммуникации в объеме предметного материала специальных

дисциплинах определенного профиля. Отбор и систематизацию текстового материала для учебных текстов к курсу русского языка целесообразно вести на основе второго критерия - аспектов рассмотрения изучаемых в этих дисциплинах объектов (классов объектов). Объекты технических знаний, представленные в исследованных нами текстах очень разнородны, но их содержание раскрывается с единых позиций, в одном комплексе аспектов рассмотрения, который является своеобразным интегрирующим фактором.

При обучении чтению научного текста необходима реализация единой концепции обучения языку как деятельности, которая базируется на сознательно-коммуникативном подходе к процессу обучения, позволяющему, во-первых, сочетать необходимость коммуникации с осмыслением основных явлений системы языка, во-вторых, - на понимание речевого общения как сложного целого, интегрирующего в себе языковой материал (систему языка), речевой материал (продукт речи), речевую деятельность (акты, виды, формы речи). Формирование умений чтения научного текста осуществляется на текстовом материале: отдельных предложений-высказываний частотной типовой семантики; микротекстов, содержащих отдельные смысловые компоненты семантического пространства частотных (для данного контингента обучаемых) метатем; учебных текстов по специальности, имеющих типовую логико-смысловую структуру в рамках частотных (для данного контингента обучаемых) метатем [4, с.292-297].

Преподаватели ПФИ не останавливаются только на учебных текстах и текстах по специальности. На продвинутом этапе обучения русскому языку как иностранному ведется работа по чтению неадаптированной художественной литературы, а также русской поэзии. Знакомство иностранных студентов с русской литературой – один из важнейших этапов их интеграции в русскую культуру, менталитет, один из способов понять «загадочную русскую душу». Когда студент овладевает достаточным минимумом лексики, его можно начать знакомить с выдающимися представителями русской литературы, это позволяет пополнить словарный запас учащегося. С целью его расширения необходимо использовать специальный словарь, в котором обязательной является запись всех встречающихся незнакомых слов и фраз с их точным переводом.

Таким образом, обучение русскому языку студентов-иностранцев возможно только в процессе работы с текстом в коммуникативном пространстве культуры, транслирующей посредством языка смыслы,

традиции, историю, ментальные особенности народа, язык которого становится понятным в общении, в диалоге обучающегося и преподавателя. Поэтому так необходима работа с текстом, которая непосредственно формирует речевую культуру студента – иностранца.

Список литературы:

1. Акифи О.И. Чтение художественных текстов в контексте коммуникативного метода обучения РКИ // Русский язык в современном Китае: сб. науч.-метод. статей IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Хайлар, КНР, Институт русского языка и культуры Хулуьбуирского института, 2–5 октября 2015 г. / Забайкал. гос. ун-т; Хулуьбуирский ин-т, КНР. Чита: ЗабГУ, 2015. С.42-47.
2. Артюхова Л.А., Монастырская И.А. Герменевтика как методология социально-гуманитарного знания // Экономика. Общество. Человек: междувузовский сборник научных трудов. Вып. XXXII /науч. ред., докт. экон. наук, проф. Е.Н.Чижова; Белгор. гос. технол. ун-т им.В.Г. Шухова; Белгор. регион. отд-е РАЕН. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. С.28-35.
3. Бахтин М.М. Проблема текста в лингвистике, филологии и других гуманитарных науках. Опыт философского анализа / Литературно-критические статьи. М.: Изд-во «Художественная литература», 1986. 492 с.
4. Легочкина Е.Н. Читаем научный текст // Профессионально направленное обучение русскому языку иностранных граждан: сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 2 ноября 2017 г. / Международное образование и сотрудничество. М.: ТехПолиграфЦентр, 2017. С.292-297
5. Розеншток-Хюсси О. Речь и действительность. М.: Лабиринт, 1994. 216с.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ГРАМОТНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА СРЕДСТВАМИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

Терновская О.В.^{1,2}, канд. пед. наук, доцент,

Ивлев А.Н.¹, канд. техн. наук, доцент,

Терновская Е.Ю.¹, студент,

Павлов А.В.², курсант

¹*Воронежский государственный технический университет,*

²*Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»*

Аннотация. В данной статье поднимается проблема необходимости профессиональной направленности графического образования, способствующего формированию конструкторских умений у обучаемых. Авторами разработано графическое задание, инновационного содержания, позволяющее решить поставленную проблему.

Ключевые слова: графическое образование, ситуационные задачи, профессиональная направленность.

Важной составной частью технического образования является его профессиональная направленность, которая способствует развитию у будущих квалифицированных специалистов навыков творческого мышления, профессиональной мобильности, конкурентоспособности. Графическое образование является составной частью профессиональной подготовки и способствует формированию графической грамотности будущего инженера [1, 2].

Анализ теории и практики обучения по курсу «Инженерная графика» показывает недостаточное профессионально направленное организационно-методическое обеспечение преподавания этой дисциплины. Для решения этой проблемы авторами было решено разработать содержательную часть курса «Инженерная графика» в рамках профессиональной направленности графического образования.

Проведя анализ графических заданий по темам дисциплины «Инженерная графика» изучаемой на кафедре инженерной и компьютерной графики ВГТУ и кафедре общепрофессиональных дисциплин ВУНЦ ВВС «ВВА» были выявлены темы, для которых можно разработать инновационные варианты заданий в виде ситуационных задач с профессиональной направленностью. Для

первого этапа работы была выбрана тема «Проецирование точки, прямой и плоскости».

Кто из преподавателей не сталкивался с проблемой проверки графических заданий: положение прямой относительно плоскостей проекций; положение плоскости относительно плоскостей проекций?

Обычно, такие задания выполняются на построение абстрактной ломаной линии в трёх плоскостях проекции, что затрудняет проверку правильности выполнения графического задания, т.к. точки, линии не располагаются в логической последовательности. Построение абстрактных плоскостей не способствует пониманию у обучаемых, что это не просто «треугольник» в пространстве, а конкретный элемент какой-либо конструкции.

Для развития пространственного мышления у обучаемых, развития логики построения объектов на плоскостях проекций, авторы считают целесообразным использование схематизированных конструкций реальных изделий с привязкой к будущей специальности обучаемых. Применение таких заданий облегчает проверку графической работы, т.к. если на чертеже не вырисовывается контур схематизированного изделия, реально существующего объекта, это означает, что обучаемый где-то ошибся. Место ошибки в таком случае найти намного легче, т.к. конструкция имеет смысловое значение.

Графическое задание выполняется как производственно-ситуационная задача, процесс обучения приближается к работе инженера-проектировщика, что даёт возможность решить педагогическую проблему по целенаправленному развитию обучаемых в профессиональном контексте и позволяет им на конкретном примере осознать необходимость изучения основных положений начертательной геометрии, как теоретической базы дисциплины «Инженерная графика».

Предлагаемое графическое задание содержит упражнения по профессионально-прикладной деятельности обучаемого. Обучаемый в процессе его выполнения проходит характерные для проектной деятельности конструктора этапы:

- анализ технического задания;
- графическая проработка размеров изделия методами начертательной геометрии, их увязка между собой;
- контрольная проверка размеров изделия по макету изделия;
- разработка рабочего чертежа детали.

Выполнение такого графического задания способствует формированию у обучаемых осознанного понимания связи между

теоретическими положениями курса инженерной графики и практическими приёмами решения задач профессионально-производственной направленности.

Инновационное задание комплексное и содержит ряд задач:

1. Выполнить три проекции схематизированной конструкции в масштабе 1:1.

2. Построить аксонометрическую проекцию (прямоугольную изометрию) конструкции.

3. Проанализировать положения ребер и граней, схематизированной конструкции изделия, относительно плоскостей проекций.

4. Определить натуральные размеры всех плоскостей изделия.

5. Выполнить рабочий чертёж изделия изготовленного из листового материала.

6. Изготовить макет изделия.

Отдельные прямые составляют плоскости, для первых этапов графического обучения целесообразно изделие представить в виде гранной поверхности. Такие геометрические поверхности проще в построении и восприятии, что актуально, т.к. многие обучаемые не получили в школе начального графического образования. Это проблема многих средних общеобразовательных школ в учебных планах, которых отсутствует предмет «Черчение», а на предмете «Технология» мальчиков не приобщают к труду, не дают первоначальных навыков работы на токарных станках и работе с использованием слесарных инструментов. Во многом это связано с тем, что администрация школы, а, следовательно, и учитель технологии не хотят брать на себя ответственность за технику безопасности при работе в мастерских школы. Многие школы таких мастерских вообще не имеют. Результатом такого школьного образования является то, что первокурсники не могут прочитать чертеж простейшей детали, выполненной например, из листового материала.

Для преодоления выше перечисленных трудностей плоскости схематизированной детали в пространстве следует располагать так, чтобы конструкция была симметричной и имела грани (плоскости) располагающиеся в пространстве и как плоскости частного и как плоскости общего положения. Для отработки навыков определения положения прямых (рёбер) и плоскостей (граней) необходимо выполнить анализ всех рёбер и граней детали.

Развитие пространственного воображения у всех обучаемых разное, одним для анализа положения рёбер и граней

схематизированной конструкции достаточно только плоских проекций, другим не хватает наглядности изображения. Наглядные аксонометрические изображения, технический рисунок в практике выполнения изделий дают возможность получения объёмного, пространственного представления и имеют цель более доступной, наглядной подачи информации. Поэтому для наглядного изображения необходимо выполнить изометрию схематизированной конструкции.

Следующее задание рекомендуется выполнить в виде рабочего чертежа, развёртки, рассматриваемого изделия, это увязывает приобретаемые навыки по решению задач по начертательной геометрии с выполнением чертежей по инженерной графике. Стандартные задания по выполнению развёрток не увязываются с чертежами реальных изделий, что не даёт возможность обучаемым понять всю важность и значимость изучаемого предмета. В дальнейшей работе, службе, им не всегда придётся сталкиваться с выполнением чертежей, но с чтением сборочных чертежей, рабочих чертежей, схем они обязательно столкнутся, т.к. выбранная ими специальность имеет техническую направленность.

Выполнение развёртки предполагает нахождение натуральной величины всех боковых граней схематизированной конструкции, а это ещё одна тема дисциплины «Начертательная геометрия» - «Способы преобразования чертежа». Авторы считают, что решение задач на метод вращения, плоскопараллельного перемещения, замены плоскостей проекций, выполненные для решения конкретной задачи, на реальных объектах даст больший результат по освоению указанного раздела изучаемой дисциплины.

Следующим этапом при выполнении рабочего чертежа схематизированной детали является процесс нанесения размеров на видах (проекциях) детали и на её развёртке. При выполнении задания привязанного к реальному изделию правила нанесения размеров обучаемыми воспринимаются не как абстрактный теоретический материал, а как процесс, связанный с технологией изготовления изделия. Нехватка размера в таком задании воспринимается как недостаток информации необходимой для изготовления и контроля изделия, а неправильно проставленный размер не даёт возможность изготовить изделие в соответствии с техническим заданием на завершающем этапе работы.

Выполнение развёртки как рабочего чертежа детали позволяет на практике грамотно оформить чертёж и указать все параметры необходимые для изготовления и контроля изделия. Заполнив основную

надпись на чертеже, и указав в ней фамилии лиц ответственных за разработку чертежа и контроль, обучаемый прочувствует на личном опыте ответственность за его грамотное выполнение.

Завершающим, контрольным моментом выполнения указанного графического задания является сборка, изготовление разработанной конструкции. Неправильно выполненный чертеж с неграмотно определёнными размерами плоскостей на практике даёт возможность осознать обучаемым всю важность изучаемого предмета, а для проверки правильности выполнения развёртки сборку изделия необходимо доверить своим одноклассникам. Такой порядок выполнения графической работы не позволит обучаемым скрыть ошибки, допущенные при выполнении расчётно-графического задания.

Разработка вариантов для выполнения данного задания, это кропотливая и трудоёмкая работа. Необходимо создать контуры схематизированной детали с привязкой к строительству и или военно-воздушным силам, каждый вариант необходимо прорешать, чтобы все плоскости схематизированной детали занимали или частное (проецирующее, уровня) или общее положение. Проблема проработки заданий заключается в том, что определяя натуральную величину плоскости методом замены плоскостей проекций рассматриваемая плоскость, может оказаться косою плоскостью, что недопустимо, т.к. в это случае решить поставленную задачу используя указанный способ невозможно.

В заключении следует отметить, что:

- традиционные графические задания не способствуют развитию у обучаемых творческого потенциала и формированию конструкторских умений средствами графики;
- разработано графическое задание инновационного характера, облегчающее восприятие абстрактных положений инженерной графики;
- разработанное задание позволяет обучаемым приобщиться к производственной деятельности и получить первичные навыки инженера-конструктора.

Список литературы:

1. Терновская О.В. Технология формирования креативных конструкторско-графических умений учащихся профильных классов и учреждений дополнительного образования: Автореф. дис. ... канд. пед. наук; Москов. пед. гос. ун-т. М., 2009. 21с.
2. Инженерная графика с элементами конструирования (ИГ с ЭК). Ч.1. Имитационная игра «Работа с чертежами в процессе изготовления изделия» по теме «Виды изделий и конструкторских документов»: учеб. пособие / В.И. Нилова, О.В. Терновская, В.А. Нилов; под. общ. ред. В.И. Ниловой. 2-е изд., стер. Старый Оскол: ТНТ, 2019. 220 с.: ил.

ПРОБЛЕМА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧЕЛОВЕКА И ТЕХНИКИ: СОЦИОКУЛЬТУРНЫЙ АСПЕКТ

Шелекета В.О.¹, д-р филос. наук, профессор,
Ивахнов В.Ю.², канд. филос. наук

¹*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

²*Волжский политехнический институт (филиал)
Волгоградского государственного технического университета*

Аннотация. В статье рассматривается проблема взаимодействия человека и техники. Доказывается, что данное взаимодействие предопределяет собой основные тенденции для развития человеческого общества и условий существования самого человека. Авторы акцентируют внимание на том, что человек неверно воспринимает сущность техники, что приводит его к зависимости от технологий, формирующих сущность и смысл человеческого существования. Отмечается, что именно философское осмысление феномена техники, позволит установить гармонию в системе «человек-техника», избежав тем самым негативных последствий и противоречий.

Ключевые слова: техника, технологии, человек, философия техники, цивилизация, технократия, искусственный интеллект.

Техника, выступая посредником между человеком и природой, является атрибутивной формой человеческого существования.

«Техника – это совокупность действий знающего человека, направленных на господство над природой; цель их – придать жизни человека такой облик, который позволил бы ему снять с себя бремя нужды и обрести нужную ему форму окружающей среды» [8, с.120].

Стремительное развитие техники и технологий в современных условиях, способствовало тому, что их влияние распространилось не только на производственную сферу общества, но и стало определять в целом человеческое существование, вторгаясь и формируя внутренний мир человека, определяя его смысложизненные цели и мировоззрение. Это принципиальным образом изменяет социальный статус техники, превращая ее в фактор, определяющий настоящее и будущее человеческой цивилизации.

В условиях современной цивилизации сфера взаимодействия человека и техники значительно расширилась, что обусловлено растущей технизацией общественной жизни. Следует отметить, что такое взаимодействие весьма противоречно. С одной стороны, техника

и технологии являются средством достижения человеком поставленных целей, расширения своих возможностей, управления природными процессами и удовлетворения постоянно растущих потребностей. Развитие техники и искусственных интеллектуальных систем меняют условия и уклад жизни человека, освобождая его от большого количества рутинных интеллектуальных действий и бремени физического труда, создавая возможность для осуществления человеком творческой конструктивной деятельности и условия для свободного развития его способностей. «На всех уровнях реального жизненного процесса техника и технология определяют динамику образования и квалификации людей, их коммуникативные возможности, преобразование сфер быта и отдыха. В системе технико-технологических отношений скрыты корни всех глобальных общественных преобразований» [2, с.127].

С другой стороны, безудержный технический прогресс приводит к нарушению равновесия между техникой и человеком. Полная автоматизация труда, развитие искусственных интеллектуальных систем таит в себе и негативные последствия. Так, искусственный интеллект как феномен технократической цивилизации таит в себе массу антропогенных рисков и гуманитарная экспертиза техники, в том числе и такой инновационной системы как системы искусственного интеллекта позволит в рамках осмысления социальных и гуманитарных проблем, избежать антропогенных рисков. Для анализа этих рисков в БГТУ им. В. Г. Шухова соавтором представляемой статьи ведется работа в рамках программы стратегического развития на 2017-2020 гранта «Гуманитарная экспертиза технологических проектов», обсуждаются перспективы развития информационного общества, и апробируется методология гуманитарной экспертизы на базе систем искусственного интеллекта.

Возникает опасность превращения мира техники и технологий в самостоятельную реальность, которая подчиняет себе человека, поглощая его личность и свободу, лишая его возможности выбора. «Фетишизация техники и ее возрастающих возможностей, приводит к отчуждению и овеществлению человека и к его бездуховности, в результате чего технологизация общества предстает как «неудавшаяся цивилизация» [1, с. 714].

Социокультурным основанием подобного рода ориентации человечества становится, по нашему мнению, технико-манипулятивный характер позиционирования человека себя в бытии, ставший очевидным начиная с эпохи просвещения, когда обнаруживается рациональный

характер сознания технико-ориентированной личности или «кибернетического человека». Сам по себе этот факт не является открытием, это, в общем-то очевидно, что рациональное познание в силу своей специфики, одно может обеспечить научное мышление, оно же является условием научно-технического прогресса, в силу «заточенности» на манипулятивный характер аналитического мышления, в котором все элементы являются взаимозаменяемыми в рамках системы утверждений и дефиниций, работающих взаимосогласованно как шестеренки некоего механизма-метасистемы, где каждая система есть концепт, образно представить который можно, к примеру, в виде кубик-рубика или устройства часового механизма и т.п.

Современный человек, ослепленный своим господствующим положением в мире, неверно воспринимает сущность техники как чего-то нейтрального, покоренного. Такое восприятие приводит человека к зависимости от техники, без которой он уже не мыслит свое существование.

«Во всех этих случаях мы еще рабски прикованы к технике, безразлично, энтузиастически ли мы ее утверждаем или отвергаем. В самом злом плену у техники, однако, мы оказываемся тогда, когда усматриваем в ней что-то нейтральное; такое представление, в наши дни особенно распространенное, делает нас совершенно слепыми к ее существу» [6, с.221].

Другая опасность заключена в том, что в настоящий момент времени человечество, реализовывая глобальные технические проекты, создает новую сложнейшую технику, использует материалы и вещества, вредные для всего живого, и тем самым вызывает к жизни разного рода процессы, способствующие возникновению экологического, антропологического и ряда других кризисов.

«Технический прогресс вызвал к жизни массу новых факторов (новые химические вещества, различные виды радиации и т.д.), перед которыми человек как представитель биологического вида беззащитен. У него нет эволюционно выработанных механизмов защиты от их воздействия», писал К. Ясперс, характеризуя современную социокультурную экзистенциальную особенность системы взаимодействия человечества как вида и техники [7, с.412]. Ведь развитие техники и технологий приводит к разрушению естественной среды обитания живого и дегуманизации труда человека.

Указанные кризисные явления и возникающая зависимость человека от техники становятся важным стимулом для расширения исследований феномена техники в ее отношениях с человеком.

Решающую роль в решении этих проблем должно сыграть философское осмысление техники как социального явления. Ведь именно в рамках философского знания решается проблема гармонизации отношений между человеком, техникой и природой.

Философия техники, понимаемая как философия человека, настаивает на том, что скорее техника должна быть подчинена человеческому императиву, чем человек подчинен императиву техническому. Она настаивает на том, что человеческое знание не должно быть направлено против всего живого, это знание нельзя использовать с целью контроля и манипулирования, оно должно служить истинному пониманию природы вещей и гармоничному в нее включению. Прогресс должен пониматься не как вымирание творений природы и в то же время омертвление душевных, и чувственных потенциалов человека, а как увеличение своеобразия человека, через расширение его духовности.

Однако, помимо психологических характеристик, речь идет о чем-то более глубоком, философском, а именно – о своего рода патологии мышления, ущербности общей мыслительно-мировоззренческой ориентации. Ведь гипертрофия рационального начала, конечно-же есть недостаток эмоционально-чувственной составляющей. И следующее, вытекающее из предыдущего, что не может не вызывать тревогу, на что необходимо обратить внимание, поскольку оно так же глубоко, как и тотально, это всеобщий характер подобного мирозерцания, которым заражено большинство населения современного индустриально-рационального мира. И Фромм тревожится по поводу того, что «подобная «моноцеребральная» установка встречается отнюдь не только у представителей науки, но у большей части населения – у служащих, торговцев, инженеров и врачей, у менеджеров и особенно она характерна для деятелей культуры и представителей творческой интеллигенции [5, с. 540].

«Философия техники утверждает, что общество и цивилизация преподали нам серьезный урок, к которому в прошлом мы были склонны относиться легкомысленно, но который способен сохранить наши здоровье, единство и целостность через наше сознательное приобщение к природе вещей – приобщение, значительно более глубокое, чем погоня за материальным прогрессом» [4, с. 249].

Человек должен обрести четкое представление о сущности техники и сформировать к ней такие отношения, чтобы она находилась под постоянным контролем и в зависимости от человека, не ограничивала его биосоциальную сущность «Но разве в рамках современной техники

и технологии человек и природа не превратились в «постав», сами не стали ресурсами новой техники и производства? Но если это так, то неконтролируемое развитие техники и технологии действительно ведет к непредсказуемой и опасной трансформации как нашей планеты, так и самого человека»[3, с.105].

Из вышесказанного следует, что, лишь философское осмысление техники и сформированное на этой основе отношение к данному феномену, позволит человеку сохранить свою уникальную сущность, как творца своего бытия и преодолеть все противоречия и проблемы, порождаемые технократической цивилизацией.

Список литературы:

1. Новейший философский словарь / сост. А.А. Грицанов. Мн.: Изд. В.М. Скакун, 1998. 896 с.
2. Основы современной философии. Издание 2-е, дополненное. Серия «Мир культуры, истории и философии». СПб.: Издательство «Лань», 1999. 352 с.
3. Розин В.М. Техника и социальность // Вопросы философии. 2005. №5. С. 95-108.
4. Сколимовски Х. Философия техники как философия человека // Новая технократическая волна на Западе. М, 1986. С.240-250.
5. Фромм Э. Анатомия человеческой деструктивности. М.: АСТ, 2017. 736 с.
6. Хайдеггер М. Время и бытие: Статьи и выступления: Пер. с немецкого. М.: Республика, 1993. 447 с.
7. Ясперс К. Современная техника // Новая технократическая волна на Западе. М., 1986. С.119-147.

Научное издание

Международная
научно-практическая конференция

Научно-практические технологии и инновации

Сборник докладов

Объем издания 27 Мб
Тираж 60 экз.

Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова
308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46