

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПРОФИЛЯ ОКСИДАЦИОННОЙ КОЛОННЫ

valerymag@nm.ru

Шевцов М.Ю., аспирант,
Магергут В.З., д-р техн. наук, проф.,
Черных А.А., студент
*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова*

Аннотация. Рассматривается этап создания информационной системы (ИС) с целью изучения изменения температур в колонне – реакторе для последующей автоматизации процесса производства олифы. Было разработано две ИС, первая на основе SCADA-системы, а вторая – дублирующая, для мобильных устройств, таких как планшеты и смартфоны. Исследование проводилось посредством семи дополнительно установленных датчиков температуры вдоль температурного профиля колонны. Представлены как временные температурные графики по этим датчикам, так и по высоте колонны для различных моментов времени

Ключевые слова: информационная система, оксидационная колонна, «горячая точка», производство олифы, температурный профиль, SCADA-система.

В большинстве случаев, сталкиваясь с химическим производством, мы имеем дело с химическим реактором, являющимся в нём основным элементом. С точки зрения автоматизации реактор можно зачастую представить как, объект с распределёнными параметрами. Так как большинство реакции связаны с температурным воздействием и являются экзо- или эндотермическими, то качество выпускаемой продукции, как правило напрямую зависит от стабильности температурного профиля. Для изучения влияния температурного профиля в реакторе на протекание реакции, была выбрана окислительная колонна предприятия ООО «Ямщик» (г. Шебекино Белгородской области), участвующая в производстве олифы. Она представляющая собой цилиндрический вертикальный аппарат диаметром 0,8 метра и высотой порядка 6 метров. Внизу аппарата

размещено 14 тепловых электрических нагревательных элемента (ТЭНов), расположенных двумя группами по 7 штук в горизонтальной плоскости друг над другом, а группы перпендикулярны друг к другу. ТЭНы предназначены для первоначального разогрева исходного сырья, как правило, растительного масла, до температуры активного протекания реакции его окисления в кислороде воздуха. Мощность каждого нагревательного элемента составляет 1 кВт.

Одним из основных компонентов реакции является воздух, который нагнетается снизу колонны через слой сырья, а его точка подвода расположена несколько выше ТЭНов. Реакция окисления является экзотермической, причем, для удержания требуемого температурного режима в колонне используется внешняя рубашка, расположенная в верхней части колонны, куда подается хладагент. В этом плане, имеет место распределение температуры по высоте колонны. Процесс, проводимый в колонне, является периодическим.

Олифа представляет собой продукт окисления растительных масел [1-4], полученный путем продувания воздуха через слой нагретого до температуры 130°C масла с последующим добавлением растворителя и сиккатива. Процесс проводится в две основные стадии: нагрева, когда сырье нагревают от исходной температуры до температуры активного хода реакции, и окисления. В процессе окисления растительных масел кислородом происходят химические реакции, в результате которых вязкость масла повышается в сотни раз. Это явление называют также «уплотнением масла».

С целью повышения производительности производства и качества получаемой олифы путем автоматизации основного процесса [5], протекающего в колонне – реакторе, был поставлен ряд задач направленный на изучения температурных режимов протекающих в колонне в процессе химической реакции во время оксидации.

Задачи исследований состояли в: 1) выявлении температурного профиля процесса по высоте реактора, в том числе, в различные моменты времени; 2) нахождении наиболее информативной точки на профиле для ведения процесса; 3) получении временных графиков процесса и его особенностей в зависимости от той или иной информационной температурной точки по высоте колонны, в том числе, при использовании их для его проведения; 4) не допущении перегрева растительного масла при проведении процесса в любой из точек по высоте колонны и, как следствие, получения из-за этого бракованной продукции; 5) возможности автоматического ведения процесса, в том числе, лишь по одной информативной точке, для поддержания

требуемого температурного профиля в колонне на стадии ведения реакции, как определяющем факторе получения качественной продукции[5].

Для реализации поставленных задач была разработана информационная система (ИС) отображения температурного профиля колонны на основе MasterSCADA-системы. В качестве первичных преобразователей температуры, было выбрано 7 термопар типа ТХА с диапазоном измеряемых температур от -50 до +300°C в специальном чехле с наружным диаметром 1,5 мм из материала стойкого к продуктам реакции протекающим в колонне и длиной 8 м. Термопары были помещены в специальный перфорированный стержень, расположенный в центре колонны, и выведены через отверстия на равноудалённом расстоянии друг от друга. Внизу трубы были приварены радиальные стержни, доходящие до стенки колонны, для предотвращения ее колебаний внутри аппарата при проведении процесса (особенно при продувке смеси воздухом), а сверху труба имеет фланец для ее крепления на люке колонны. При высоте колонны 6 метров датчики 1-7 располагались с интервалом порядка 0,5 метра, а 8-й датчик, по которому в настоящее время ведётся реакция был установлен ранее между 1-м и 2-м датчиками.

С целью более детального изучения технологические и химические показатели оксидационной колонны, в SCADA-системе была реализована функция «Архивирования», позволяющая сохранять заданные значения за весь период измерения в формате файлов EXCEL. На протяжении всего технологического процесса снимались показания со всех датчиков с периодичностью 10 минут при длительности процесса нагрева 8 часов и длительности стадии окисления 10 часов. Взятая периодичность измерения температуры вполне приемлема при данных длительностях проведения процесса и достаточна для построения температурного профиля реактора и определения наиболее горячего его участка.

На основании полученных данных в среде EXCEL были построены графики температуры (Θ , °C) по каждому датчику на протяжении всего эксперимента. Результат эксперимента изображён на рис. 1.

Провал в температурном графике свидетельствует о начале подачи воздуха в колонну и отключении ТЭНов. Скачки температур, которые особо хорошо просматриваются с момента времени 7:35 и до конца процесса, обусловлены тем, что в процессе добавления воздуха,

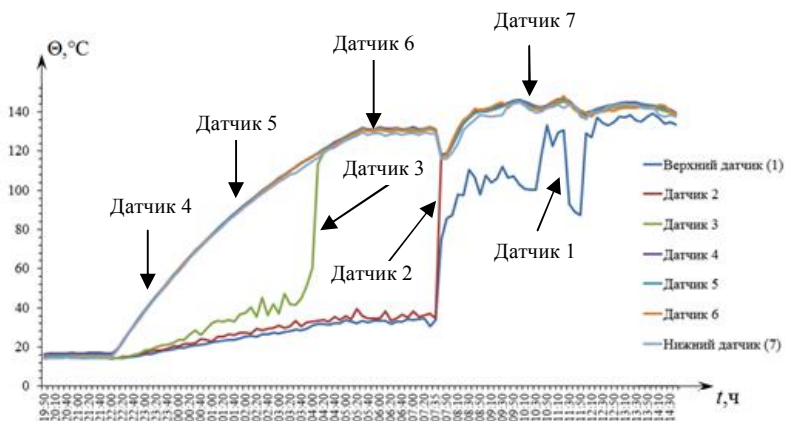


Рисунок 1 – Температурные кривые реакционной массы, полученные в результате эксперимента

масса в колонне начала бурление. Таким образом, полученные графики поведения температур по высоте колонны характеризуют ход протекания процессов в ней, позволяют определить начало и ход протекания стадии окисления и другие особенности процесса. Отметим, что при ведении процесса по ранее установленному датчику температуры 8 зачастую происходил перегрев растительного масла в зонах, где температура отлична от значения этого датчика. В этом плане также сделан вывод о необходимости ведения процесса по более информативному датчику – датчику 3 или 4.

Для нахождения «горячей точки» [7] в реакторе были построены графики распределения температур по вертикальному профилю окислительной колонны в различные моменты времени (рис.2) с интервалом в один час.

На их основании можно сделать вывод о существовании на стадии окисления «горячей точки». Эта точка находится в районе 4-го датчика температуры. Как видно эта точка может дрейфовать как по высоте колонны, так и по значению температуры в ней, что свидетельствует о необходимости создания системы автоматического поддержания температурного профиля окислительной колонны.

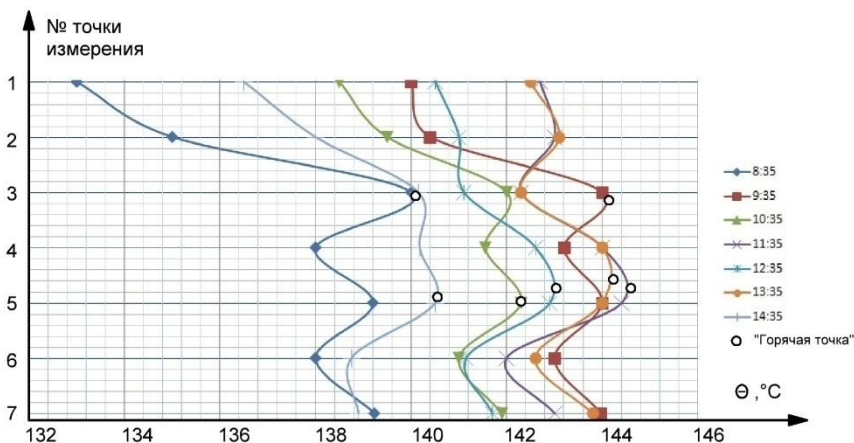


Рисунок 2 – Температурный профиль для фиксированного времени проведения процесса

В рамках данной работы, была разработана и запущена дополнительная дублирующая ИС, позволяющая удалённо, посредством глобальной сети Интернет, или используя внутреннюю сеть Wi-Fi, осуществлять мониторинг температурных значений окислительной колонны. Программа была написана в среде ActionScript 3.0 для операционных систем (ОС) Android 4.0 и выше.

Разработанная программа имеет полный набор информационных средств, разработанных в SCADA-системе, исключая возможности архивирования, а кроме того, расширена более удобными и наглядными графическими представлениями информации. Основные функции программы:

1. Прямое отображение значений температуры на мнемосхеме, в соответствии с их реальным размещением в окислительной колонне;
2. Графически-цветовое отображение температуры по высоте колонны в виде цветового индикатора. Цветовой элемент мнемосхемы имеет 7 градаций изменения цветности, в соответствии с температурой датчиков. Цветовое изменение происходит от синего цвета до оранжевого, т.е. от низких до высоких значений температуры соответственно. Использование температурного градиента между точками позволяет графически аппроксимировать визуальное представление температурного профиля.

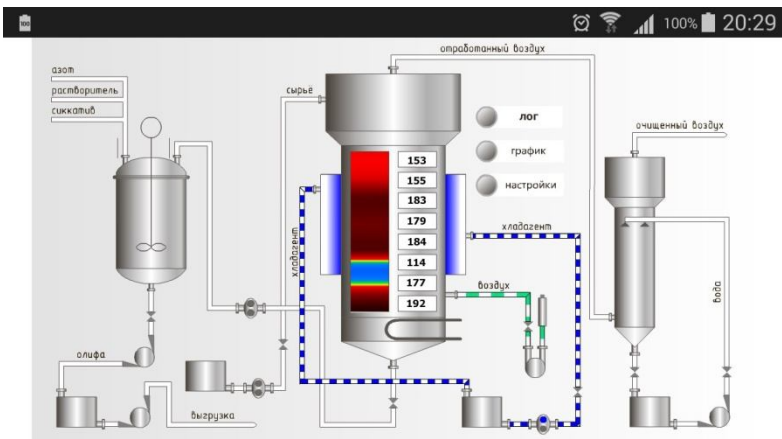


Рисунок 3 – Мнемосхема мобильного приложения

3. Построение графиков рис.3 по каждому датчику за один цикл производства олифы по аналогии с графиками на рис. 2.

Отображение температурного профиля в виде графика. В программе представлено поле, позволяющее отобразить температурный профиль колонны в виде двумерного графика. По оси абсцисса обозначен температурный диапазон в °С, а по оси ординат номера датчиков в соответствии с их расположением в колонне. Таким образом, график имеет 7 точек, которые в свою очередь соединены линией (сплайнами), для более наглядного представления состояния температурного профиля на данный момент. Аналогию можно сопоставить с графиками сделанными в среде EXCEL на рис.2.

Следует отметить, что разработанная дублирующая ИС, позволяет осуществить подключение сразу нескольких удалённых пользователей, тем самым увеличивая контроль процесса окисления. Это является важным моментом, т.к. производство является взрывоопасным.

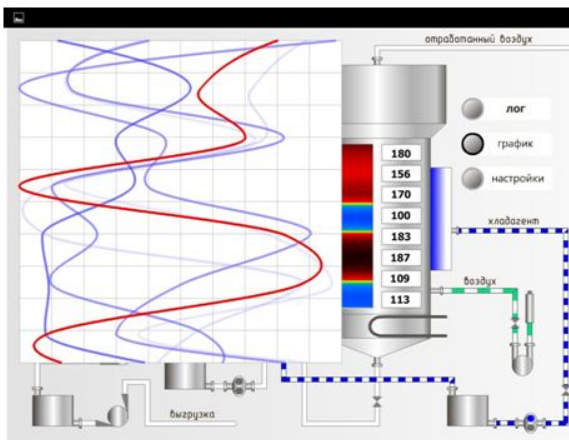


Рисунок 4 – Графическое представление температурного профиля

Решив задачи по автоматизации процесса, используя, например, адаптивные нечёткие позиционные алгоритмы управления [8], можно добиться повышения производительности производства, в силу более быстрого проведения процесса путем решения задачи оптимального быстродействия, и качества выпускаемого продукта, за счет стабилизации температурного профиля по «горячей точке» на стадии окисления по высоте колонны, с одновременным уменьшением энергозатрат и не получения брака из-за недопущения перегрева реакционной массы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках проекта №14-41-08016 «р_офи_м» и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Тютюнников Б.Н. Химия жиров. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1992. 448 с.
2. Савельянов В.П. Общая химическая технология полимеров. М.: Академкнига, 2007. 336 с.
3. Карцова А.А. Покорение вещества. Органическая химия. СПб.: Химиздат, 1999. 270 с.
4. Новиков А.Я. Химические товары бытового назначения. Справочник. М.: Легкая индустрия, 1968. 264 с.

5. Магергут В.З., Егоров А.Ф. Система оптимального вывода реактора на режим с последующей его стабилизацией на основе адаптивного трехпозиционного регулятора // Химическая технология. 2001. № 3. С. 30-33.
6. Олейников В.А., Зотов Н.С., Пришвин А.М. Основы оптимального и экстремального управления. М.: Высшая школа, 1969. 296 с.
7. Магергут В.З., Халифа Амер. К управлению реактором по «горячей точке» сб. трудов XX Междунар. науч. конф. Математические методы в технике и технологиях. ММТТ-20. Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. С. 301-303.
8. Подходы к построению дискретных моделей непрерывных технологических процессов для синтеза управляющих автоматов / В.З. Магергут, В.А. Игнатенко, А.Г. Бажанов, В.Г. Шаптала // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С.100-102.