

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРОПОНИЖАЮЩЕЙ ДОБАВКИ НА СТАРЕНИЕ БИТУМА И АСФАЛЬТОБЕТОНА

vyva@intbel.ru

Ядыкина В.В., д-р техн., проф.,

Гридчин А.М., д-р техн., проф.,

Холопов В.С., аспирант,

Траутвайн А.И., канд. техн. наук.

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

Аннотация. Установлено значительное снижение скорости термоокислительных процессов, происходящих непосредственно в битуме и в тонкой пленке на поверхности минеральных материалов при приготовлении теплого асфальтобетона. Это обусловлено не только снижением температуры битума и асфальтобетонной смеси, но и ингибирующим действием температуропонижающей добавки. В свою очередь, уменьшение интенсивности старения теплого асфальтобетона в процессе приготовления, транспортировки и укладки, будет положительно влиять на увеличение срока службы дорожного покрытия.

Ключевые слова: битум, асфальтобетон, температуропонижающие добавки, термостатирование, физико-механические характеристики.

Производство горячей битумокаменной смеси осуществляется путём перемешивания битума с каменным материалом при температуре 160 – 170 °С. При этих температурах происходит взаимодействие тонкого слоя битума с кислородом воздуха, приводящее к интенсивному старению битума. Реологические характеристики битума после кратковременного пребывания его в зоне высоких температур при объединении с каменным материалом изменяются значительно больше, чем после последующего многолетнего нахождения в составе дорожного покрытия, где температура не превышает 70 °С [1]. Процесс структурообразования асфальтобетона завершается при его уплотнении, на каждом этапе которого происходят количественные изменения показателей структурно-реологических свойств вяжущего. В процессе эксплуатации асфальтобетонного покрытия активное воздействие на структуру и свойства битума оказывают температура и кислород

воздуха. Свойства битума могут изменяться как за счет испарения низкомолекулярных веществ, входящих в его состав, так и за счёт изменения химического состава компонентов, сопровождающегося отрывом боковых цепей, образованием свободных радикалов.

Одним из эффективных способов замедления интенсивности старения битума является снижение температуры приготовления асфальтобетонной смеси.

В последние годы активно развиваются исследования и внедрение в практику дорожного строительства теплых асфальтобетонных смесей, при производстве которых за счёт использования вспененного битума или введения специальных добавок возможно снижение температуры приготовления на 20-40 °С. Это приводит к уменьшению потребления энергии и количества вредных выбросов, увеличению производительности АБЗ и дальности транспортировки смеси, продлению строительного сезона [2-5].

Многие исследователи указывают на снижение скорости окисления битума при использовании теплых асфальтобетонных смесей, однако недостаточно исследовано влияние температуропонижающих добавок на замедление интенсивности старения битума и асфальтобетона.

Целью данной работы явилось изучение влияния энергоэффективной добавки ДАД-ТА на изменение физико-механических характеристик битума и асфальтобетона при различных режимах её использования.

Объектом исследования служил битум БНД 60/90. В качестве температуропонижающей добавки использовали ДАД-ТА производства ООО «Селена» (г. Шебекино) при концентрации 0,4% по отношению к массе битума [4].

Исследование характеристик вяжущего проводили до и после его термостатирования в тонком слое в печи старения В066-01. Об интенсивности старения судили по изменению пенетрации, растяжимости, температуры размягчения и хрупкости, динамической вязкости. В табл. 1 приведены результаты влияния термостатирования битума БНД60/90 в течение 5 часов при температуре 163 °С, а на рис. 1 изменение показателей в процентах в результате указанного воздействия.

Таблица 1 – Изменение свойств битума БНД 60/90 в результате старения

Наименование показателя	Без добавки		ДАД ТА-1 0,4%	
	до прогрева	после прогрева	до прогрева	после прогрева
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при 25 °С	67	48	74	61
Растяжимость, см, при 25 °С	90	55	97	72
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	47	50	47	49
Температура хрупкости, °С	-21	-22	-22	-22
Динамическая вязкость при 60 °С, Па·с	381	1263	553	1480

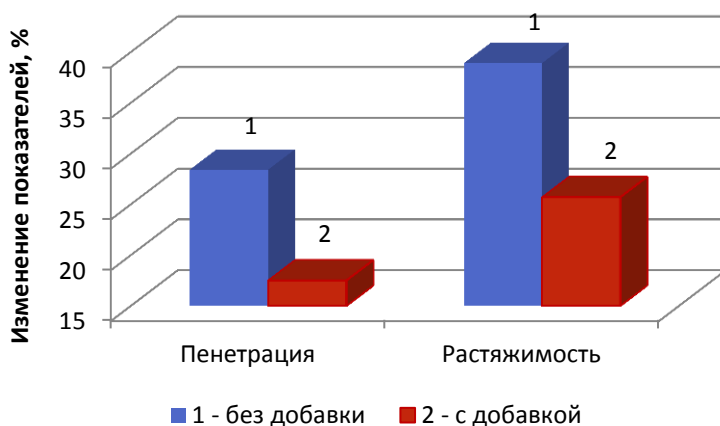


Рисунок 1 – Изменение пенетрации и растяжимости в результате старения

Анализ результатов свидетельствует о том, что наибольшее изменение в результате воздействия температуры на битум претерпели такие показатели, как пенетрация, растяжимость, динамическая вязкость. Причем при введении добавки наблюдается значительное замедление интенсивности старения вяжущего. Так в результате прогрева пенетрация битума без добавки увеличилась на 28,4%, а с добавкой на 17,5%, растяжимость – на 38,9 и 25,7% соответственно (рис.1). Наибольшее влияние термостатирование и введение энергоэффективной добавки оказало на величину динамической вязкости. Этот показатель после старения битума без добавки изменился с 381 до 1263 Па·с, т.е. в 3,3 раза, тогда как с добавкой – с 553 до 1480 Па·с, т.е. в 2,7 раза.

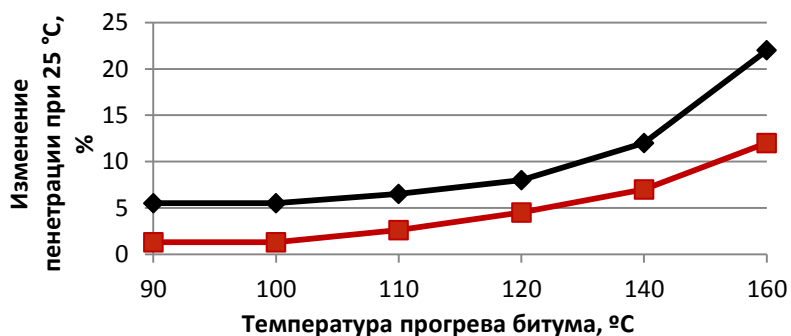
Таким образом, добавка ДАД-ГА является ингибитором старения битума.

Показатели температуры размягчения и температуры хрупкости в результате старения изменились незначительно. Следовательно, они не могут служить критерием оценки старения вяжущего.

Исследовано влияние температуры приготовления асфальтобетонной смеси на старение битума в присутствии добавки и без нее.

Результаты, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что снижение температуры, как и следовало ожидать, приводит к замедлению термоокислительных процессов. Стремительное изменение пенетрации и растяжимости вяжущего наблюдается при температуре выше 120 °С, причем введение добавки заметно снижает интенсивность окисления битума. Изменение пенетрации битума без добавки после прогрева при температуре 90 и 100 °С относительно исходного, составляет 5.5%, а с добавкой 2 %. В результате термостатирования при 160 °С этот показатель возрастает на 22 и 12 % соответственно.

а)



б)

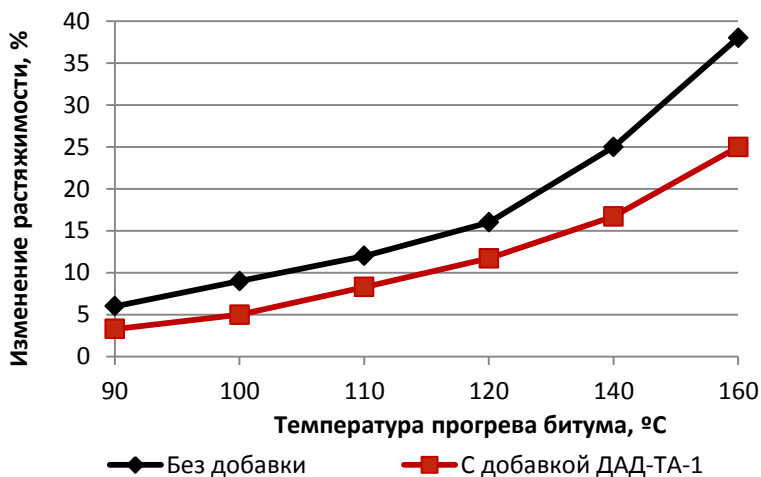


Рисунок 2 – Изменение свойств битума в процессе его прогрева

Аналогичные результаты получены при исследовании изменения показателя растяжимости в результате старения, однако изменение этого показателя более значительно, чем пенетрации.

Следовательно, приготовление теплой асфальтобетонной смеси с использованием температуропонижающей добавки значительно уменьшает интенсивность старения битума. В данном случае положительное влияние на замедление термоокислительных процессов

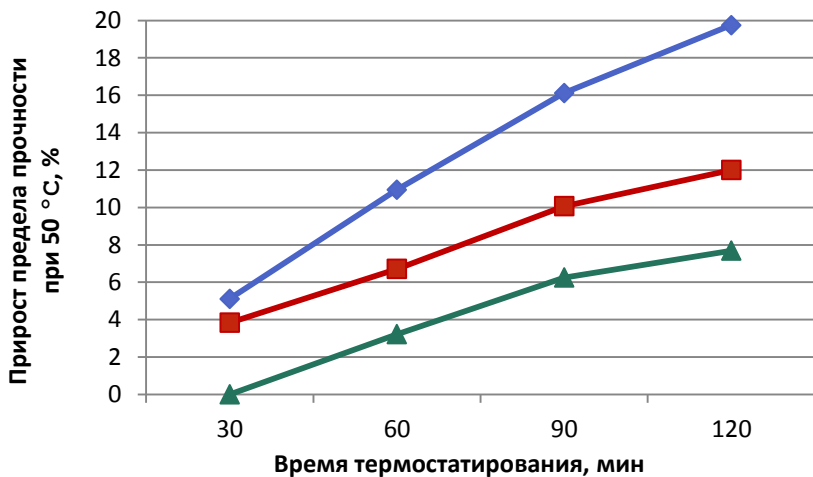
оказывает не только снижение температуры смеси, но и ингибирующее действие используемой добавки.

Известно, что интенсивное старение битума начинается уже на стадии приготовления асфальтобетонной смеси, в процессе объединения битума с минеральными материалами, разогретыми до высоких технологических температур [1]. При этом скорость старения асфальтобетона значительно выше при прогреве в рыхлом состоянии, чем уплотненных образцов, что связано, очевидно, с большей доступностью воздуха к битумным плёнкам [6]. Кроме того известно, что независимо от состава смеси и её качества, процессы старения битума в плёнках резко интенсифицируются при температуре 160 °С и выше [7]. Из-за старения битумных плёнок ухудшается способность смеси уплотняться, что приводит к снижению физико-механических показателей асфальтобетона.

В настоящей работе исследовалось старение битума, содержащего температуропонижающую добавку, под действием технологических температур в процессе приготовления асфальтобетонной смеси (рис. 3).

Влияние исследуемой добавки на процессы старения битума в асфальтобетоне в процессе приготовления оценивалось по изменению пределов прочности при сжатии образцов при температуре испытания 0 и 50 °С. Изменение показателей свойств асфальтобетона изучалось на образцах, приготовленных сразу после перемешивания, а также после термостатирования смеси при технологической температуре в течение от 30 минут до 2-х часов. Образцы без добавки выдерживались при температуре 155 °С, с добавкой – при температуре 120 и 130 °С. Испытания проводились следующим образом: асфальтобетонная смесь типа Б после полного перемешивания выдерживалась в лабораторном смесителе указанное время, после чего отбирались пробы и изготавливались стандартные образца, которые испытывались по методике ГОСТ 9128-2009 через сутки после формирования.

а)



б)

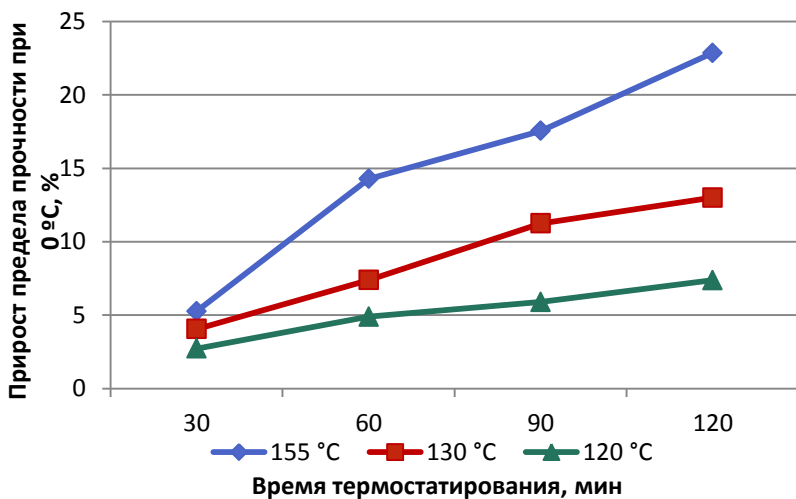


Рисунок 3 – Влияние температуры термостатирования смеси на прочность образцов асфальтобетона при температурах:

а - 50 °С; б - 0 °С

Как видно из графиков, прирост прочности смеси с добавкой, приготовленной при 120 и 130 °С, ниже, чем смеси, приготовленной без добавки при 155 °С. Причем, интенсивность прироста прочности образцов асфальтобетона, приготовленных из смеси с добавкой ниже, чем без добавки. Так, через 1 час термостатирования асфальтобетонной смеси без добавки показатель предела прочности при 50 °С вырос на 11 %, а с добавкой – на 7 и 3 % при температуре термостатирования 130 и 120 °С соответственно. При испытании образцов при 0 °С прирост прочности составил 14 % без добавки, 7 и 5 % с добавкой соответственно. Через 2 часа испытания показатель предела прочности при 50 °С асфальтобетона без добавки вырос на 20 %, а с добавкой – на 12 и 8 %. При испытании образцов при 0 °С прирост прочности составил 23 % без добавки, 13 и 7 % с добавкой соответственно.

Таким образом, установлено значительное снижение скорости термоокислительных процессов, происходящих непосредственно в битуме и в тонкой пленке на поверхности минеральных материалов при приготовлении теплого асфальтобетона. Это обусловлено не только снижением температуры битума и асфальтобетонной смеси, но и ингибирующим действием температуропонижающей добавки.

Уменьшение интенсивности старения теплого асфальтобетона в процессе приготовления, транспортировки и укладки, в свою очередь, будет положительно влиять на увеличение срока службы дорожного покрытия.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Белгородской области в рамках проекта №14-41-08027 «р_офи_м», с использованием оборудования ЦВТ БГТУ им. В.Г. Шухова.

Список литературы:

1. Колбановская А.С. Дорожные битумы. М.: Транспорт, 1973. 264 с.
2. Радовский Б.С. Технология нового теплого асфальтобетона в США // Дорожная техника. 2008. С. 24 – 28.
3. Доценко А.И. Разработка и внедрение комплекса ресурсосберегающих технологий строительства дорожно-транспортных сооружений повышенной долговечности // Дороги и мосты. 2011. №1. С. 38– 45.

4. Ядыкина В.В. Добавка в асфальтобетонные смеси для продления сезона дорожного строительства // Фундаментальные исследования. № 11. Ч. 11. 2014. С. 2395–2399.
5. Ядыкина В.В. Влияние энергосберегающих добавок на свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона на примере Evotherm, Азол 1007 и Адгезол 3-гд // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №6. С 149–153.
6. Кирюхин Г.Н. Обоснование нового метода ускоренной оценки склонности асфальтобетона к старению // Тр.Союздорнии. М., 1994. С .65–75.
7. Баранов В.Н. Оценка и прогнозирование долговечности дорожных асфальтобетонных покрытий: уч. пособие / Е.Н. Баранов. С-Пб: С-Пб. инж. стр. ин-т, 1993. 54 с.