

ИССЛЕДОВАНИЕ БИТУМОВ И БИТУМОМИНЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ С ТЕМПЕРАТУРОПОНИЖАЮЩИМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

RESEARCH OF BITUMENS AND BITUMEN-MINERAL SYSTEMS WITH TEMPERATURE LOWERING AGENTS FOR ASPHALT CONCRETE MIXES



А. С. Мазурёнок,
инженер республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь

С. Е. Кравченко,
кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

М. Г. Жуковин,
начальник лаборатории республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь

В статье представлены результаты исследований свойств битума и битумоминеральных смесей с различными добавками, понижающими температуру приготовления и укладки асфальтобетонной смеси. Показана эффективность применения добавки белорусского производства.

The article describes the results of investigations covering the properties of bitumen and bitumen-mineral mixtures with various additives that reduce the temperature of preparation and laying of asphalt concrete mixture. The effectiveness of application of the additive manufactured in Belarus is demonstrated.

Введение

Для устройства дорожных покрытий капитального типа широко применяются горячие асфальтобетонные смеси. При этом их производство связано с высокими энергозатратами, большим количеством вредных выбросов в атмосферу. Необходимость осуществлять устройство конструктивных слоев из горячих асфальтобетонных смесей при соблюдении определенных температурных условий ограничивает продолжительность строительного сезона и снижает дальность возки. Нагрев до высоких температур требует дополнительных энергоза-

трат и временных затрат, что снижает производительность асфальтобетонных заводов. В свою очередь, при недостаточной температуре нагрева составляющих компонентов горячих асфальтобетонных смесей ухудшается качество их перемешивания, снижается удобоукладываемость готовой смеси.

Все это требует определенных альтернативных решений в области совершенствования технологии приготовления и состава.

Горячую асфальтобетонную смесь приготавливают на вязких битумах и традиционно – при температурах 140 °С–

160 °C [1]. В этом диапазоне температур каменный материал является сухим (его температура может достигать 180 °C) и вязкость битума понижена до такого уровня, при котором он покрывает щебень. Смесь является достаточно подвижной и удобообрабатываемой для ее равномерного перемешивания и последующего перемещения в накопительный бункер. Однако нужно отметить, что высокая температура технологических процессов приготовления и укладки является причиной старения битума и преждевременного разрушения асфальтобетона.

Известной альтернативой горячему является теплый асфальтобетон. Теплый асфальтобетон приготавливают на битумах пониженной вязкости либо жидких и укладывают при 40 °C–80 °C (иногда до 100 °C). Теплые асфальтобетонные смеси приготавливают и укладывают при более низких температурах за счет того, что в качестве вяжущего используются жидкие битумы, вязкие битумы с пенетрацией при 25 °C более 200 мм¹, что позволяет обеспечивать хорошую обволакиваемость минеральных материалов и технологичность смеси. Жидкие битумы являются более дорогими за счет того, что в их состав входит большее количество более ценных легких нефтяных фракций. Также надо отметить, что теплые асфальтобетоны уступают по качеству горячим.

Последние 10 лет в Европе успешно используются новые технологии, позволяющие за счет введения в состав битума специальных добавок понизить температуру перемешивания асфальтобетонной смеси, приготавливаемой на вязком битуме (с пенетрацией при 25 °C 50–130 мм¹), на 30 °C–50 °C без ухудшения прочностных характеристик покрытия по сравнению с традиционным горячим асфальтобетоном, приготовленным на тех же битумах [2]. Обычный диапазон приготовления таких смесей от 110 °C до 130 °C. Укатка асфальтобетонных смесей эффективна и при снижении температуры до 80 °C.

Механизм действия температуропонижающих добавок

Механизм действия температуропонижающих добавок основан на проявлении физико-химических эффектов при различных технологиях приготовления асфальтобетонных смесей, приводящих к снижению сопротивления смеси сдвигу во время ее приготовления и укатки.

Технология с применением цеолита Aspha-min [3]

Цеолиты обладают способностью к избирательной адсорбции и к выделению адсорбиро-

ванной жидкости или газа при повышении температуры. Их вводят одновременно с битумом. Высвобождающаяся из цеолита вода вспенивает битум, что способствует лучшей уплотняемости асфальтобетонной смеси.

Технология Sasobit®

Sasobit – это синтетический парафиновый воск, мелкокристаллический алифатический углеводород, получаемый путем газификации угля или природного газа (метана) с использованием технологии синтеза. Добавка Sasobit от 1 % до 3 % по массе битума снижает его вязкость, что позволяет понизить температуру приготовления смеси на 18 °C–50 °C. При этом улучшается также уплотняемость смеси.

Технология с применением ПАВ Cescabase RT [4]

Cescabase RT – это пример химического продукта, небольшое количество которого значительно повышает эффективность производства и применения асфальтобетонов. Добавки Cescabase RT способствуют улучшению покрытия частиц минерального материала битумом на стадии приготовления теплой смеси при 120 °C–130 °C и сохраняют подвижность смеси при более низкой температуре. Благодаря Cescabase RT асфальтобетонную смесь можно уплотнять при температуре 80 °C–100 °C (температура внутри смеси). В каждом конкретном случае температура укладки определяется экспериментальным путем. При этом не изменяются ни класс битума, ни его реология. В результате получают теплые асфальтобетоны с показателями, аналогичными показателям горячих асфальтобетонов (пористость, когезия, устойчивость к колееобразованию и т. д.).

Определение физико-химических характеристик битумов с температуропонижающими добавками

Специальные температуропонижающие добавки, успешно зарекомендовавшие себя в дорожном строительстве, являются продуктами французского производства «СЕСА» (добавка Ф) и шведского «AkzoNobel» (добавка Ш). Подобного рода добавка (добавка Б) белорусского исполнения (амиды жирных кислот) появилась полгода назад и как лабораторный образец прошла испытания в государственном предприятии «БелдорНИИ». В отличие от французских и шведских добавок, которые представлены в жидком виде, добавка белорусского производства представляет собой вещество в твердом агрегатном состоянии в виде порошка, что не

мешает ей легко и без осадка растворяться в горячем битуме.

Пробы битумов готовили путем введения добавок в вязущее с перемешиванием лопастной мешалкой в течение 20 минут при температуре 120 °С. Расход добавок принимался одинаковым для всех продуктов и составил 0,5 % от массы битума. Полученные вязущие испытывали на соответствие требованиям СТБ EN 12591 (ТУ BY 400091131.009) [5, 6]. Установлено, что введение добавок не оказывает существенного влияния на физико-химические свойства битумов (таблица 1).

Исследование реологических характеристик битумов с добавлением температуропонижающих добавок в чистом виде на приборе «Brookfield» RVDV III Ultra не дает наглядного представления об эффективности их применения (таблица 2).

Связано это с тем, что все добавки, исследуемые в рамках данной статьи, существенно не изменяют ни температуру размягчения, ни пенетрацию битума (таблица 1). Основной принцип действия выбранных добавок направлен на работу на границе раздела фаз «битум – каменный материал».

Исследования реологических характеристик битумоминеральных систем

При проведении лабораторных исследований реологических характеристик битумоминеральных систем (битум и отсев дробления горных пород фракции менее 0,071 мм в соотношении 1:1) применялся ротационный вискозиметр RHEOTEST 2.1 с конусно-пластинчатым измерительным устройством. По результатам испытаний построены реологические кривые (рис. 1).

Исследования показали, что реологическая кривая, соответствующая поведению битумоминеральной смеси с применением температуропонижающей добавки Б при температуре 100 °С, сопоставима с реологической кривой битумоминеральной смеси без применения добавки, но построенной при испытаниях смеси при температуре 120 °С. Из чего можно сделать заключение, что подвижность битумоминеральной смеси увеличивается, и температуру укладки асфальтобетонной смеси можно снизить на 20 °С при наличии в составе битума 0,5 % добавки Б, а присутствие в составе битума добавок Ф и Ш позволит снизить температуру укладки асфальтобетонной смеси на 30 °С и 25 °С соответственно.

Таблица 1

Наименование показателя	Исходный битум	Битум с добавкой Ф	Битум с добавкой Ш	Битум с добавкой Б
Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	87	89	90	91
Температура размягчения по кольцу и шару, °С	52,2	52,0	52,0	51,8
Индекс пенетрации	0,82	0,84	0,88	0,86
Температура хрупкости по Фраасу, °С	-16	-17	-16	-17
Стойкость к затвердеванию при 163 °С:				
- изменение массы (абсолютное значение), %	0,06	0,09	0,06	0,08
- остаточная пенетрация, %	63,2	60,7	61,1	64,8
- увеличение температуры размягчения, °С	8,8	8,8	8,6	8,2

Таблица 2

Температура	Исходный битум	Битум с добавкой Ф	Битум с добавкой Ш	Битум с добавкой Б
Динамическая вязкость, мПа·с				
80 °С	12 845	12 054	11 973	12 112
100 °С	2394	2169	2254	2218
120 °С	651,2	602,7	614,9	609,9
Изменение относительно исходного битума, %				
80 °С	0	6,2	6,8	5,7
100 °С	0	9,4	5,8	7,4
120 °С	0	7,4	5,6	6,3

80 °С – 100 °С – 120 °С

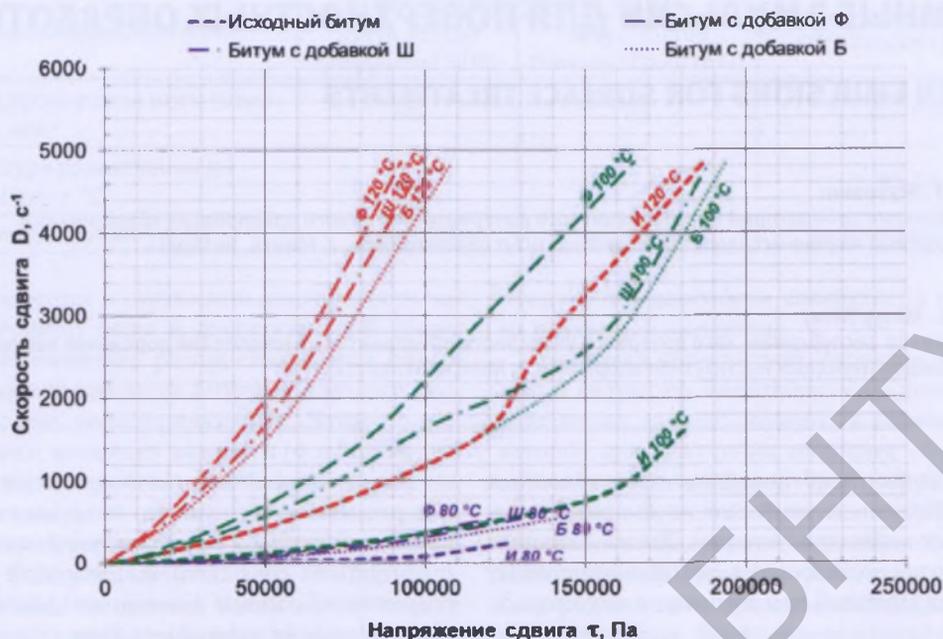


Рисунок 1

Заключение

На основании исследований можно сделать вывод о том, что применение специальных добавок не оказывает существенного влияния на физические свойства битумов, что позволяет утверждать о неизменности марочных показателей и свойств битума. Температуропонижающая добавка белорусского производства не уступает зарубежным аналогам по своему влиянию на битумы и битумо-минеральные системы. Белорусскую добавку, представленную данной лабораторной пробой, следует рекомендовать для дальнейшего опытного применения, что позволит снизить температуру приготовления и укладки асфальтобетонных смесей на 20 °С–30 °С, и, следовательно, приведет к:

- замедлению процесса старения битума при смешивании, транспортировке и укладке;
- уменьшению трещинообразования при охлаждении слоя;
- облегчению формирования стыков;
- более безопасному проведению работ по укладке;
- снижению потребления топлива;
- снижению выбросов вредных веществ в атмосферу;
- увеличению зоны обслуживания АБЗ: производство в горячем виде – укладка в теплое;
- расширению сроков строительного сезона;
- облегчению очистки оборудования;
- ускорению сроков открытия движения. +6

ЛИТЕРАТУРА

1. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия : СТБ 1033-2004.
2. Новые добавки для производства теплых асфальтобетонов: CECABASE® RT [Электронный ресурс] / Agrimex. – Режим доступа : <http://www.agrimex.ru/chemwarmbituminous.html>.
3. Радовский, Б. С. Технология теплого асфальтобетона в США // Дорожная техника [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа : http://www.slavutich-media.ru/catalog/dorozhnaya_tehnika/0/tehnologiya_novogo_teplogo_asfaltobetona_v_ssha.html.
4. Cecabase RT 975 [Электронный ресурс] / ООО «ТД Оксамит Днепр». – Режим доступа : <http://www.tdo.dp.ua/nasi-produkty/dobavki/cecabase-rt-975>.
5. Битумы дорожные. Технические требования и методы испытаний : СТБ EN 12591-2010.
6. Битумы дорожные. Технические условия : ТУ ВУ 400091131.009-2011.

Статья поступила в редакцию 15.04.2014