

**МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-
ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)**



**МАТЕРИАЛЫ ЛАУРЕАТОВ
КОНКУРСА ДИПЛОМНЫХ
ПРОЕКТОВ НА ДОРОЖНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ
МАДИ (ГТУ)**

Москва 2009

УДК 625.7:061.3

ББК 39.311

МАТЕРИАЛЫ ЛАУРЕАТОВ КОНКУРСА ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ
НА ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МАДИ (ГТУ)

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

В сборник вошли материалы по итогам I тура смотра-конкурса выпускных квалификационных работ студентов по специальности 270205 «Автомобильные дороги и аэродромы». Статьи содержат основные результаты дипломных проектов, отмеченных государственными аттестационными комиссиями.

Редакционная коллегия:

декан ДСФ канд. техн. наук, проф. В.Д. Садовой (отв. редактор);
зам. декана ДСФ по научной работе
канд. техн. наук, доц. М.Г. Горячев (отв. секретарь)

© Московский автомобильно-дорожный институт
(государственный технический университет), 2009

Содержание

| | |
|---|----|
| А.В. Аксёнов, Т.П. Лецицкая. Повышение трещиностойкости асфальтобетонных слоёв усиления аэродромных покрытий..... | 3 |
| Е.М. Перфилова, М.Г. Горячев. Очистка сточных вод на автомобильной дороге Р-159 Н.Новгород-Киров на обходе н/п Неклюдово и Толоконцево..... | 11 |
| Н.А. Фурсевич, М.Г. Горячев. Разработка предложений по совершенствованию проекта организации строительства второй очереди второго пускового комплекса кольцевой автомобильной дороги города Санкт-Петербурга..... | 20 |
| С.М. Дмитриев, Н.В. Борисюк. Рациональная область применения поливомоечных машин с различным типом оборудования при мойке проезжей части..... | 32 |
| А.В. Тутушкин, М.Г. Горячев. Методика разработки тарифной сетки на проезд по платному участку дороги (на примере федеральной трассы М-4 «Дон»)..... | 40 |
| Е.В. Чиков, А.П. Степушин. Расчёт нежёсткого аэродромного покрытия с учётом вероятностно-статистической изменчивости эксплуатационных нагрузок и физико-механических характеристик материалов..... | 51 |
| А.А. Ивкова, О.А. Воейко. Материалы БИТРЭК. Состав, свойства и преимущества по сравнению с обычными битумами..... | 58 |

**МАТЕРИАЛЫ БИТРЭК.
СОСТАВ, СВОЙСТВА И ПРЕИМУЩЕСТВА ПО СРАВНЕНИЮ С
ОБЫЧНЫМИ БИТУМАМИ**

Ивкова А.А. (МАДИ (ГТУ), г. Москва, РФ)

Воейко О.А. (МАДИ (ГТУ), г. Москва, РФ)

Эффективным способом улучшения эксплуатационных свойств асфальтобетонов является модификация их резиновой крошкой. При этом технология приготовления асфальтобетонной смеси на РБВ мало отличается от традиционной схемы приготовления.

В нашей стране ежегодно выходят из строя более 1 млн. тонн шин и других резино-технических изделий. Кроме того, образуется большое количество производственных резиновых отходов. Уровень потребления отходов составляет не более 15% от всего сбора, причем вторичной переработке подвергается всего 2%.

С другой стороны, в России для нужд строительной индустрии производятся миллионы тонн нефтяных битумов. Из-за отсутствия однородного сырья для их производства, устаревшего оборудования, повсеместных нарушений норм технологического процесса в большинстве своем они не соответствуют современным требованиям к вяжущим и герметизирующим материалам для строительной, дорожной и жилищно-коммунальной отраслей.

Обычно дорожные битумы имеют интервал пластичности как правило не выше 60-65°C, что явно недостаточно для устройства верхних слоев покрытий в климатических условиях большинства регионов России. Кроме того, у вязких дорожных битумов практически отсутствуют упругие свойства, от которых зависит устойчивость композиционных материалов, каковым является асфальтобетон, к разрушению под действием циклической нагрузки. Поэтому битумные вяжущие принципиально требуют модификации и улучшения физико-механических свойств, поскольку по самой своей природе не могут

обеспечить необходимую стойкость асфальтобетонных покрытий дорог в условиях увеличивающихся транспортных нагрузок.

Анализ полученных данных показал, что по комплексу параметров наибольшими потенциальными возможностями для улучшения свойств битумных вяжущих, обладает крошка из резин общего назначения, в том числе шинная.

Резина, по сравнению с каучуками, намного более устойчива к окислительному воздействию кислорода воздуха. За счет частиц резины, определенным образом химически связанных между собой и с компонентами битума в гетерогенную пространственную структуру, у материала появляется достаточная для большинства эксплуатационных целей степень эластичности, особенно при низких температурах. Такая структура может удерживать в своем объеме большое количество мелкодисперсных наполнителей без заметной сегрегации. Вязкость такой полидисперсной системы при повышенных температурах естественно возрастает, так как поперечные химические связи уменьшают взаимную подвижность частиц, что, кстати, происходит и в случае добавок в битум полимеров. Однако достаточная для практических целей текучесть расплавленного вяжущего сохраняется.

Она отличается высокой устойчивостью к воде и солевым растворам. Кроме того, важной особенностью резиновой крошки, особенно шинной, является присутствие в ее составе специальных химических веществ - антиоксидантов и антистарителей. Их присутствие сможет обеспечить повышение устойчивости вяжущего материала к окислительной деградации в условиях эксплуатации. Замедлит процессы старения при эксплуатационных температурах и в условиях нагрева до высокой технологической температуры.

Проведенные в ЦНИИПромзданий (г. Москва) чрезвычайно жесткие испытания вяжущих БИТРЭК (БИТумноРезиновые Экологически чистые Композиционные вяжущие) на старение при эксплуатации в качестве кровельных материалов, т.е. при воздействии прямого солнечного ультрафиолета, активного кислорода воздуха и высоких температур, показали

реальный срок службы не менее 13 – 15 лет. В покрытиях дорог вяжущее находится в более мягких условиях.

Практически вне зависимости от качества исходного битума, за счет своего состава и своей структуры вяжущее устойчиво к воздействию высоких (> 220°C) технологических температур. Вяжущее имеет достаточно высокую деформативность и эластичность, что влияет на устойчивость композиционных материалов, каковым является асфальтобетон, к разрушению под действием циклических нагрузок. Для обычных дорожных битумов такие свойства практически недостижимы.

Следовательно, и асфальтобетонные смеси на резино-битумном вяжущем (РБВ), в частности на вяжущем БИТРЭК, отличаются повышенной водоморозо-, а значит и коррозионной стойкостью. Это подтверждают исследования отечественных ученых и практиков.

Целью нашей работы является исследование возможности модернизации асфальтобетонного завода для выпуска асфальтобетонной смеси на вяжущем БИТРЭК.

Технология, по которой они производятся, основана на добавлении в смесь битума с резиновой крошкой специальных реагентов-катализаторов, определенным образом регулирующих радикальные процессы деструкции и сшивки каучуковых цепей резины и высокомолекулярных компонентов битума. При создании в смеси битума и резиновой крошки условий для специфической ступенчатой полимеризации в режиме «живых» цепей, частицы резины, абсорбировавшие часть мальтеновой фракции битума, объединяются как между собой, так и с высокомолекулярными компонентами битума в гетерогенную, армирующую, полимерную пространственную структуру с помощью химических связей. За счет такой структуры у вяжущего появляется достаточная для эксплуатационных целей эластичность.

Стабильность всей дисперсной гетерогенной системы, высокую и долговременную адгезию вяжущего обеспечивают полярные молекулярные группы, введенные в большом количестве в химическую структуру материала в

процессе его приготовления. С одной стороны, эти группы увеличивают полярность асфальтенов, что стабилизирует гетерогенную структуру вяжущего, с другой стороны, резко повышают плотность межмолекулярных (ассоциативных) связей, которые в данном случае отвечают за адгезию материала. Причем большая часть адгезионноактивных групп химически связывается с каучуковыми цепями резины, специально подготовленными для этой операции на начальном этапе. В этом состоит принципиальное отличие повышения адгезионных свойств материалов БИТРЭК от их повышения за счет введения поверхностно-активных добавок. Адгезионные свойства присущи самому материалу композиционного резинобитумного вяжущего.

В технологии производства вяжущих используется стандартное битумоварочное оборудование, оснащенное системой подачи компонентов и циркуляцией. Процесс также удобно осуществлять на установках окисления битума типа Т-309 или в обогреваемых емкостях для хранения битума. Для предварительного перемешивания резиновой крошки используются обычные битумные насосы или барботирование сжатого воздуха, что категорически недопустимо в случае применения термоэластопластов. Дальнейшее перемешивание не требуется и во многих случаях просто запрещено, поскольку химический процесс идет в среде выделяющихся реакционных газов, которые пронизывают весь объем смеси (рис. 1).

Это существенно упрощает технологический процесс получения модифицированных вяжущих и повышает экономическую эффективность их применения. Какого-либо переобучения персонала не требуется, поскольку технология проста в исполнении и ее приемы не отличаются от обычно применяемых на АБЗ. Практический опыт применения показал простоту и не критичность технологического процесса, его аппаратного оформления, широкий диапазон регулирования свойств получающихся вяжущих материалов.

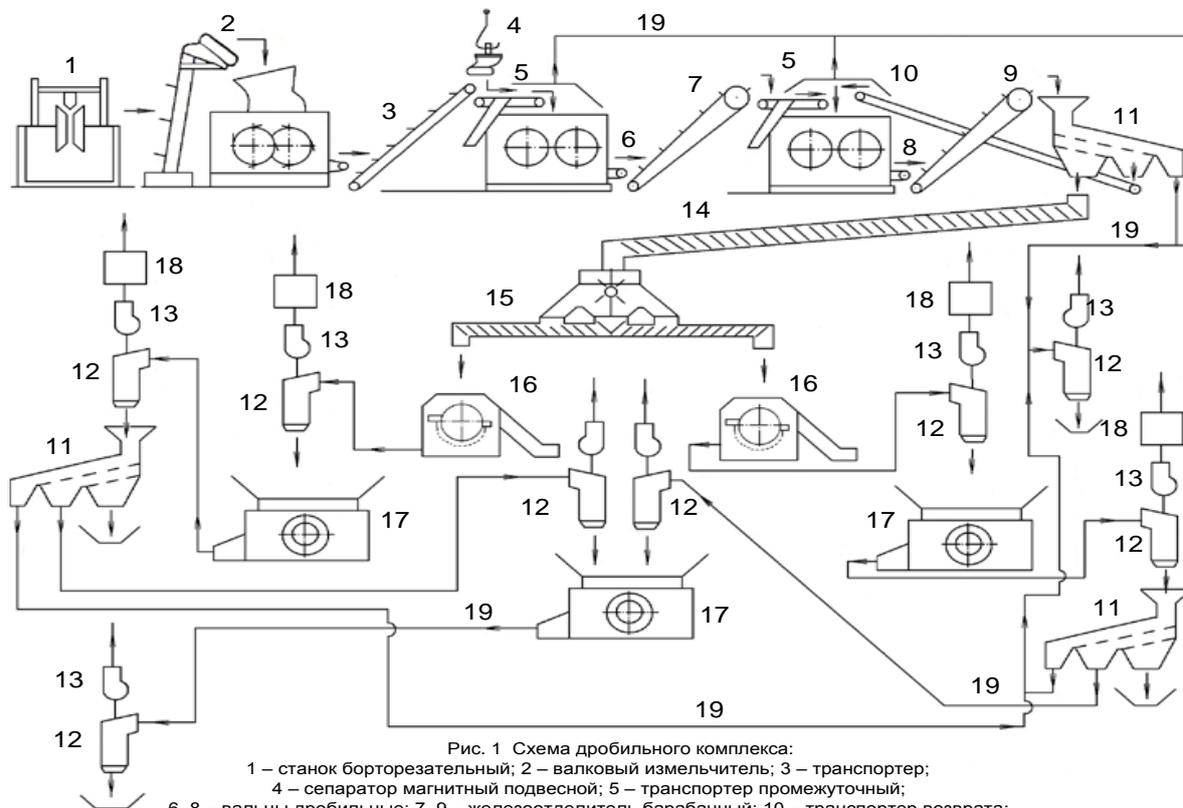


Рис. 1 Схема дробильного комплекса:
 1 – станок борторезательный; 2 – валковый измельчитель; 3 – транспортер;
 4 – сепаратор магнитный подвесной; 5 – транспортер промежуточный;
 6, 8 – валцы дробильные; 7, 9 – железоотделитель барабанный; 10 – транспортер возврата;
 11 – сито; 12 – циклон с питателем; 13 – вентилятор; 14 – конвейер шнековый;
 15 – конвейер раздаточный; 16 – измельчитель роторный; 17 – мельница дисковая;
 18 – фильтр рукавный; 19 – система пневмотранспорта

Универсальность технологии в том, что она принципиально позволяет получать вяжущие и герметизирующие материалы с широким диапазоном свойств, так как имеется возможность большого выбора свойств и состава резины, дисперсности и формы частиц крошки и технологических режимов обработки различных видов битума. В результате на одном и том же оборудовании стало возможно получать материалы для совершенно различных целей, для разных климатических зон, с различным набором технических характеристик.

Технология приготовления асфальтобетонной смеси на РБВ также мало отличается от традиционной схемы приготовления. Модернизация завода заключается в монтировании бункера для хранения БИТРЭК (9) и дополнительного дозатора (12) (рис. 2).

Резиновую крошку подают в смеситель АБЗ на нагретый до определенной температуры каменный материал.

При введении порошкообразных модификаторов на нагретый не ниже 190°C каменный материал, полимеры подают в смесительный барабан в холодном состоянии через отдельный дозатор или линию подачи минерального порошка.

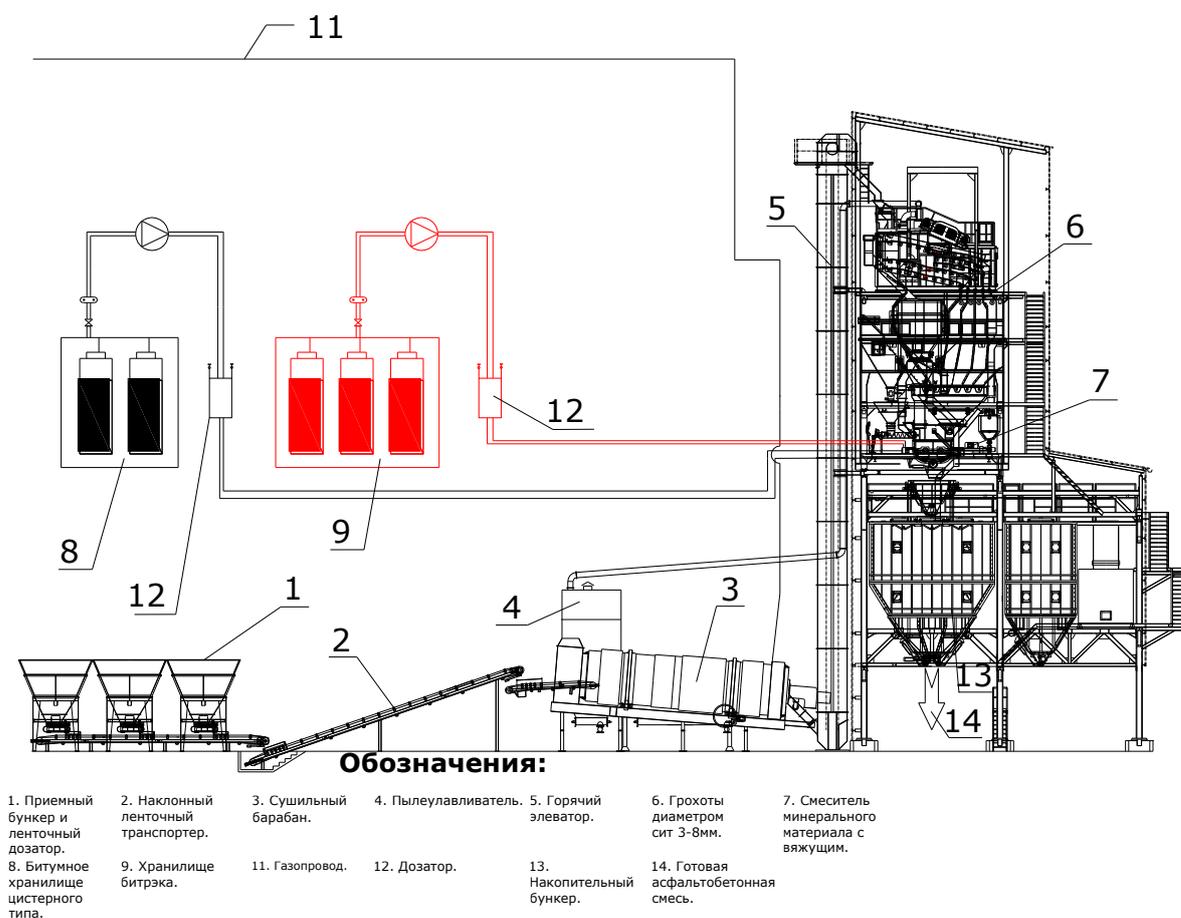


Рис. 2 Технологическая схема приготовления асфальтобетонной смеси на РБВ

При введении дробленой резины непосредственно в минеральную смесь рекомендуемое время перемешивания компонентов 60-90 с. Предварительное «сухое» перемешивание минеральных материалов и дробленой резины в мешалке до подачи битума 15-20 с, после чего подают холодный минеральный порошок и нагретый до 140-160°C битум. Все компоненты

смеси перемешивают в течение 30 с до однородного состояния. При возможности предварительного смешения резиновой крошки с минеральным порошком, асфальтобетонные смеси на основе РБВ готовят по общепринятой схеме.

2009 году один из АБЗ г. Москва был переоборудован для производства асфальтобетонных смесей на РБВ по данной схеме. Результаты работы завода в строительном сезоне текущего года представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели физико-механических свойств горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона рБ I марки на БИТРЕК 60/90

| Наименование показателей | Асфальтобетонная смесь рБ I | |
|--|-----------------------------------|------------------------|
| | Требования ТУ 5718-001-5652824-04 | Фактические показатели |
| Средняя плотность, г/см ³ | - | 2,4 |
| Пористость минерального остова, % по объему | не более 19 | 16,8 |
| Остаточная пористость, % по объему | от 2,5 до 5,0 | 4,0 |
| Водонасыщение, % | от 0,5 до 4 | 2,5 |
| Прочность при сжатии, МПа | | |
| при 20 ⁰ С | не менее 2,5 | 2,91 |
| при 50 ⁰ С | не менее 1,2 | 1,51 |
| при 0 ⁰ С | не более 11 | 10,1 |
| Трещиностойкость при 0 ⁰ С, МПа | от 3,5 до 7,0 | 4,86 |
| Сцепление при сдвиге при 50 ⁰ С, | не менее 0,35 | 0,43 |
| Водостойкость | не менее 0,85 | 0,95 |
| Водостойкость при длительном водонасыщении | не менее 0,85 | 0,89 |
| Сцепление битума с минеральной частью асфальтобетонной смеси | выдерживает по ГОСТ 12801-98 | выдерживает |

Заключение

1. Доказано, что применение резиновой крошки в качестве вторичного композиционного сырья в дорожном строительстве уменьшает остаточные деформации покрытия и чувствительность к температурным колебаниям, снижает уровень вибрации от движения транспорта, расширяет температурный интервал.
2. Кроме того, использование резины частично решает проблему экономии битума и экологические проблемы охраны окружающей среды.

3. Технология приготовления асфальтобетонной смеси на РБВ мало отличается от традиционной схемы приготовления. Модернизация завода заключается в монтаже бункера для хранения БИТРЭК и дополнительного дозатора.

Литература

1. Беляев, П.С., Забавников, М.В., Маликов, О.Г. К вопросу получения резино-битумного концентрата для асфальтобетонных покрытий из изношенных автомобильных шин/ П.С. Беляев, и др. - Вестник ТГТУ, 2008 - Том 14. № 2.
2. Р РК 218. Рекомендации по применению резиновой крошки в дорожном строительстве – Министерство транспорта и коммуникаций РК, 2008 – 34 с.
3. Рекомендации по применению битумно-резиновых композиционных вяжущих материалов для строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог, Минтранс России, М, 2003. – 38 с.
4. ТУ 5718-004-05204776-01 БИТРЭК Резинобитумный композиционный материал. Технические условия. М.: ГП «РосдорНИИ», 2003. -14 с.