

АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗИНЫ ДРОБЛЕННОЙ АКТИВНОЙ МАРОК РДА 0,1-1,5 ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО

О. В. Буйко, Е. С. Щаднев, С. А. Ананьев

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

В статье представлен анализ теоретических исследований в области применения резины дробленной активной марок РДА 0,1-1,5 и модификация битумного вяжущего. Представлены области применения дробленной резиновой крошки. Рассмотрены способы модификации битумного вяжущего с помощью добавок.

Ключевые слова: резина, битум, добавки, асфальт, вяжущие.

Применение вторичных материальных и топливно-энергетических ресурсов является одним из важных направлений в создании и совершенствовании существующих дорожно-строительных технологий. Многочисленные исследования, подтвержденные практикой, доказали эффективность комплексного использования природных и техногенных сырьевых ресурсов в дорожном строительстве. Многочисленные отходы производства и потребления создают большие экологические проблемы во всех регионах России и за рубежом. В настоящее время объемы захоронения отходов на свалках и полигонах значительно возрастают. В этой связи все более остро встает вопрос об увеличении доли утилизации отходов.

Использование некоторых видов отходов определяется рядом факторов:

- объемом образования отходов;
- составом отхода; наличием технологий для переработки;
- спросом на продукцию с использованием отхода.

Одним из самых многотоннажных отходов во многих странах являются изношенные автомобильные шины, например, по имеющимся в литературе данным в Европе ежегодно образуется около 2 млн. т, а в США – 2,8 млн. т данного вторичного ресурса.

Данная проблема имеет важное экологическое значение. В настоящее время изношенные шины практически полностью уничтожаются путем сжигания или захоронения в оврагах, свалках, что сильно загрязняет окружающую среду. Например, в Швейцарии бывшая в употреблении авторезина сжигается почти полностью, а в США на 75-80%. В России до 96% отработанных автопокрышек

просто вывозится на свалки. Места скопления отработанных шин служат благоприятной средой обитания и размножения грызунов и насекомых, которые часто являются разносчиками различных заболеваний. Кроме того, шины обладают высокой пожароопасностью.

Проблемам утилизации изношенных шин посвящено большое количество исследований. Экономическое значение данной проблемы заключается в том, что изношенные шины содержат резины, технические свойства которых близки к первоначальным, большое количество армирующих текстильных и металлических материалов, что является источником экономии производственных ресурсов. В странах Европейского экономического сообщества проблема, связанная с ежегодным увеличением количества изношенных шин, стоит настолько остро, что в рамках ЕЭС была разработана программа, основные задачи которой заключаются в следующем:

- увеличение доли шин с восстановленным протектором;
- увеличение объемов переработанных утильных шин с получением резиновой крошки;
- прекращение вывоза отработанных шин на свалки.

Одним из наиболее перспективных направлений в утилизации изношенных шин является область применения резиновой крошки различной степени измельчения. Наиболее целесообразным считается использование резиновой крошки в качестве добавки к резиновым смесям.

Представления о влиянии размера частиц измельченного вулканизата на свойства резин развивались противоречиво, что свидетельствует о сложности проблемы. Из анализа результатов исследований, проведен-

ных ФГУП «НИИ шинной промышленности», следует, что добавка резинового порошка с размерами частиц от 0,1 до 1,5 мм в соотношении 10 масс. долей резинового порошка на 100 масс. долей каучука не оказывает существенного отрицательного влияния на упруго-гистерезисные свойства резин для автобусных шин. Более того, наблюдалось улучшение таких показателей, как сопротивление раздиру и истираемость. Применение более грубой резиновой крошки, с размерами частиц до 1 мм в рецептуре смесей для шин, снижает уровень всех физико-механических показателей.

Всесторонний анализ экспериментальных данных, проделанный в работе, подтверждает вышеперечисленные выводы и позволяет утверждать о неоднозначном влиянии количества и размера частиц резинового порошка на комплекс основных физико-механических показателей резины. Анализ литературных данных показывает, что работы по использованию резиновых порошков в рецептуре протекторных резин, резин для черных боковин в настоящее время интенсивно ведутся и в США, и в Западной Европе. Так, фирмой «Мишлен» опубликованы результаты проводимых исследований, подтверждающих возможность применения от 18 до 25 масс. долей резиновой крошки на 100 масс. долей каучука в рецептуре различных деталей шин при условии проведения модификации поверхности частиц резиновых порошков с целью уменьшения отрицательного влияния добавки порошков на свойства резин. Аналогичные работы осуществляются и в России. В частности, были проведены специальные исследования по разработке шинных резин, содержащих измельченный вулканизат с крупными частицами до 2 мм.

Найденные способы применения резинового порошка для производства шин используют только небольшую его часть.

Поэтому в связи с прогнозируемым увеличением объемов изношенных шин актуален поиск путей использования дробленой резины в других областях, в частности: в дорожном строительстве в качестве модификатора битума; для изготовления резинобитумных мастик, кровельных материалов, композиционных материалов; для изготовления резиновых изделий с высокой стойкостью к истиранию, для изготовления плит различного назначения (для животноводческих помещений, для трамвайных и железнодорожных переездов, для покрытий спортивных и детских игровых площадок) (таблица 1).

Таблица 1 – области применения переработанной резиновой крошки в промышленности

Области применения	Размер гранул
Настил для пола, покрытие беговых дорожек типа ECOTAN	Грубоизмельчённая резина, размер частиц 1-3 мм
Пластины для спортивных площадок, укрепление откосов площадок	Резиновая крошка с размером частиц 3-5 мм
Материал для фильтров по очистке воды	Резиновая крошка с размером частиц 0,5-3 мм
Протекторные резины при восстановительном ремонте шин	Резиновая крошка с размером частиц до 0,5 мм
Дорожные основания и дорожные покрытия	Резиновая крошка с размером частиц 3-5 мм
В качестве наномодификатора для битумного вяжущего	Резиновая крошка дробленая активная, размер частиц 0,1-1,5 мм

В настоящее время уже начато промышленное производство резиновых изделий с высоким содержанием активного шинного порошка. Например, для выпуска блока торможения магистрального (лежащего полицейского) используют до 50-60 масс.% порошка шинной резины.

Анализ возможных объемов применения резиновой крошки по различным областям ее использования позволяет утверждать в качестве одного из самых перспективных направлений – дорожное строительство, где данный материал может применяться как модификатор битума.

Самым дешевым и наиболее универсальным материалом для применения в качестве вяжущего при устройстве дорожных покрытий является нефтяной битум, благодаря способности выдерживать без разрушения воздействие низких температур, температурных перепадов, различных деформационных нагрузок.

Битумы – это органические вещества черного или бурого цвета, состоящие из смесей сравнительно высокомолекулярных углеводородов и неметаллических производных, т.е. соединений углеводородов с серой, азотом или кислородом. Однако свойства обычного немодифицированного битума не позволяют получать дорожные покрытия с нужным комплексом свойств, что наиболее сильно проявляется при высоких и пониженных температурах.

Практика эксплуатации дорожных покры-

тий с использованием битумов дорожных вязких марки БНД, изготавливаемых российскими НПЗ, свидетельствует о том, что разрушение покрытия начинается уже в первый год эксплуатации из-за недостаточной способности битумного вяжущего к растяжению, хотя существующие требования к дорожным битумам, сформулированные в ГОСТ 22245, выполняются.

Основными причинами разрушения асфальтобетонных дорожных покрытий являются климатические условия, нагрузки от транспортных потоков, в результате чего происходит старение битума, т.е. он становится хрупким, шелушится и растрескивается. Наиболее негативным климатическим фактором, воздействующим на дорожное покрытие, является вода, т.к. увлажнение покрытия неизменно приводит к потере прочности.

Дефицитность и высокая стоимость битума являются главной причиной отказа от толстых слоев дорожных покрытий, которые одно время широко практиковались для конструирования дорожных одежд. Для повышения теплоустойчивости и сдвигоустойчивости тонких слоев покрытий, которые работают в более тяжелых условиях, чем толстые, в битумы вводят различные добавки, в частности резиновую крошку из отработанных старых автомобильных шин.

Одним из наиболее эффективных способов модификации органических вяжущих является введение в них резины в виде резинового порошка. По мере увеличения количества резинового порошка резинобитумные смеси все больше приближаются по физико-механическим свойствам к каучуковым материалам.

Проблема качества дорожных покрытий в России реально существует и для ее решения недостаточно скорректировать нормативные требования к физико-механическим свойствам дорожных битумов. Необходимы разработка, внедрение в практику строительства новых материалов на основе битума, способных обеспечить более высокую прочность, долговечность дорожных покрытий по сравнению с принципиальными возможностями нефтяных битумов.

По данным ЕАРА, за последнее десятилетие во всем мире наблюдается рост потребления модифицированных битумов, используемых для строительства и ремонта дорожных покрытий (рисунок 1), причем в 2001 г. их доля составила около 7%.

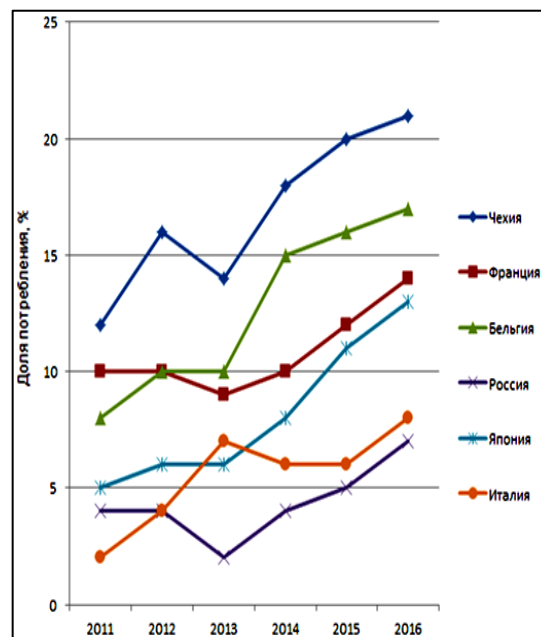


Рисунок 1 – Рост потребления модифицированных битумов в различных странах мира

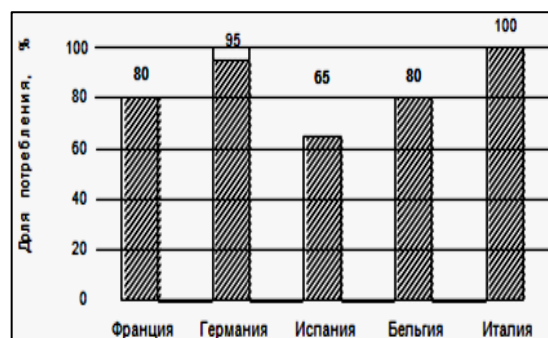


Рисунок 2 – Доля потребления битумов, модифицированных полимером типа СБС в некоторых европейских государствах

Наиболее используемым в европейских государствах полимером для модификации битума является полимер типа СБС – 50, доля потребления которого в некоторых странах достигает 100% (рисунок 2). Также широко применяются полиолефины – 9%, EVA – 12%, полибутадиен – 14%.

Одним из наиболее эффективных способов модификации органических вяжущих является внедрение в них резины в виде резинового порошка. Основной трудностью при создании резинобитума является растворение резины в органическом вяжущем (битуме, гудроне).

Технологические режимы растворения резины в битуме зависят от типа каучука, входящего в состав резины; состава битума

(органического вяжущего); вида пластификаторов; гранулометрии резиновой крошки; времени и температуры смешивания. При термомеханической пластификации резины рекомендуется в качестве пластификаторов использовать поверхностно-активные вещества: сульфитно-дрожжевую бражку (СДБ), смачиватель ОП-7.

В результате совместной термомеханической обработки резины и битума происходит:

- 1) набухание резины в масляных фракциях битума;
- 2) ослабление межмолекулярных связей в резине;
- 3) девулканизация резины (т.е. разрыв по ослабленным связям), в результате чего образующееся каучуковое вещество структурирует битум.

Известно, что с увеличением концентрации каучукового вещества в углеводородной среде растет количество связей между макромолекулами каучука и асфальтенами органического вяжущего, что может привести к образованию сетчатой структуры.

Однако при использовании резиновой крошки приходится учитывать тот факт, что каучук находится в основном в вулканизированном состоянии и даже при самом мелком помоле (менее 1 мм) крошка полностью не растворяется в битуме.

Вывод:

Наиболее перспективным методом управления свойствами вяжущего может являться способ, заключающийся в воздействии на нефтяные битумы резиновой крошкой. В свою очередь, резиновая крошка должна обладать свойствами, которые позволили бы ей эффективно осуществлять подобное воздействие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1289872 СССР, MRUG 08 L 95/00 Способ приготовления резинобитумного вяжущего / Н. А. Орехов, Н. М. Сергеева, И. Л. Жайлович. и др., Бюл. № 6. – 1987. – 98 с.
2. Ахмед Гамал Махмуд Морси. Факторы, влияющие на свойства асфальтобетона с добавкой резиновой крошки (типа сухого процесса) / Ахмед Гамал Махмуд Морси. – М. : МАДИ (ГТУ), 2005. – Вып. 4. – С. 58-63.
3. Иванова, Т. Л. Модификация дорожного асфальтобетона резиновыми порошками механоактивационного способа получения: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 защищена 26.11.09: утв. 12.03.10 / Т. Л. Иванова; науч. рук. д-р. проф. В. С. Прокопец; ВСГТУ. – Улан-Удэ, 2009. – 181 с.
4. Вулканизированный асфальтобетон повышенной долговечности для дорожных покрытий. Сер. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: Экспресс-информация. – М., 1980. – Вып. 16. – 53 с.
5. Волков, Д. С. Модификация асфальтобетонных смесей резиновой крошкой [Электрон. ресурс] / Д. С. Волков, А. В. Румянцев, О. Г. Маликов // Современные проблемы науки глазами будущих ученых: сборник статей магистрантов. – Вып. III. – Тамбов : ТОГУП «Тамбовполиграфиздат», 2005. – 120 с. - Режим доступа: <http://www.tstu.ru/win/tgtu/podraz/fakul/magistr/forum/2/sbornik3.1.pdf> (Дата обращения: 23.06.2017).

Буйко О.В. – к.т.н., доцент кафедры «Строительные материалы» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: olparis@mail.ru.

Щаднев Е.С. – студент группы 8С-61 ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: grafodeath@mail.ru.

Ананьев С.А. – заведующий лабораторией кафедры «Технология и механизация строительства» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова.