

УДК 625.768.6 : 624.144.5

УТИЛИЗАЦИЯ РЕЗИНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЯЖУЩЕГО

Иванов С.А., к.т.н., старший преподаватель
Крупина Н.В., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Проблема утилизации вышедших из эксплуатации резино-технических изделий имеет важнейшее значение в народно-хозяйственном значении каждой страны, поскольку изношенные покрышки и другие изделия накапливаются, образуют свалки, что ведет к загрязнению окружающей среды и природы в целом. Образующиеся свалки данных изделий длительное время загрязняют окружающую среду по средством выделения вредных, токсичных веществ в атмосферу, а проникающие в почву пестициды несут серьезное отклонение физико-химического равновесия грунтов, а также подземных вод.

Засыпанная землей шина разлагается порядка 120-160 лет. Места их скопления являются благоприятной обстановкой для обитания различных вредоносных насекомых, грызунов и других представителей фауны. Немаловажным значением является образование эпидемиологического фактора в местах скопления различного рода резинотехнических изделий [1].

Помимо всего прочего резина относится к 4 классу пожароопасности, при горении которой выделяются токсичные вещества являющиеся причиной распространения онкологических заболеваний у населения контактирующих с данными выбросами. Не может обратить внимание, тот факт, что в Кемеровской области и без того наблюдается неблагоприятная экологическая обстановка, на решении которой выделяются в последние годы значительные средства. Поэтому решение проблемы утилизации и без того загрязненного региона является первостепенной задачей, чтобы предотвратить отток населения. Иначе говоря, молодые специалисты и семью не хотят пребывать в потенциально не благоприятном, не перспективном регионе (с точки зрения экологии). Известно, что Кузбасс славится своими объемами добычи полезных ископаемых, а техника, которая работает на разрезах и шахтах многочисленна. В связи с чем, на таких предприятиях покрышки машин и механизмов выходят из строя намного чаще, чем покрышки бытовых автомобилей. Поэтому данный вопрос является очень актуальным и беспрецедентно важным.

В соответствии с перечисленной проблемой необходим поиск путей утилизации постоянно растущей проблемы накопления использованных (вышедших из эксплуатации) автомобильных покрышек.

На данный момент существуют три модели переработки автомобильных покрышек:

1. Производители автомобильных шин выплачивают дополнительные налоги, которые служат квотами для перерабатывающих производств;
2. Сами производители несут ответственность за дальнейшую утилизацию изделий;
3. Модель при которой каждый участник выбирает контрагента.

Проблема внедрения резиновой крошки, полученной из использованных автомобильных покрышек и других резинотехнических изделий актуальна на сегодняшний день как для России, так и для всего Мира в целом. Поскольку очень быстро растет рынок ее производства.

Так в Кузбассе остро стоит вопрос по постоянно растущему объему отходов покрышек от горнодобывающей техники и других резино-технических изделий. Кузбасс как никто другой из регионов находится в поиске путей утилизации подобного рода отходов. Поскольку здесь сосредоточены и без того заводы и предприятия вносящие свою негативную лепту в экологические легкие артерии региона.

В Кемеровской области имеется подобный завод по переработки изношенных автомобильных шин в городе Новокузнецк. Данный завод позволяет перерабатывать изделия из резины в мелкую крошку размером 0-1 мм, 1-3 мм, 3-5 мм. Разная фракция предназначена для различных целей. Так, например, резиновая крошка размером 3-5 мм используется для производства резиновых монолитных плит различной цветовой гаммы для строительства детских и спортивных объектов, пандусов, входных групп, травмобезопасных покрытий и др. Однако, подобного рода применения крошки являются малообъемными, а предложение продукта не может реализовать весь свой потенциал. Поэтому необходим поиск путей утилизации резиновой крошки, полученной из использованных автомобильных покрышек.

На протяжении многих лет было показано, что битум модифицированный каучуком снижает степень растрескивания. Кроме того, снижается потребность в межремонтных сроках службы и обеспечивает удобство движения, хорошую устойчивость к заносу и тихая поверхность. Также было выявлено, что он экологически безопасен, выгоден с точки зрения снижения энергии и выбросов CO₂. Битум модифицированный резиновой крошкой дает много общих преимуществ. Битум модифицированный резиновой крошкой успешно используется во многих странах, однако наибольшее использование первоначально было в основном в Аризоне, Калифорнии, Техасе и Флориде.

Битум модифицированный каучуком - это смесь горячего асфальта и резиновой крошки, полученная из отработанных или утильных шин. Эта технология широко используется в производстве дорожных покрытий, особенно в штатах Аризона, Калифорния, Техас и Флорида. Это материал, который можно использовать для заделки трещин и стыков, наносится в качестве защитного покрытия и

добавляется к горячему минеральному заполнителю для создания уникального асфальтового покрытия. Американское общество испытаний материалов (ASTM) определяет асфальт модифицированный каучуком как смесь асфальтобетона, регенерированной резины покрышек и некоторых добавок, в которой резина как компонент составляет не менее 15% от общей массы смеси и реагирует в горячем асфальтобетоне. достаточно, чтобы набухла резиновая крошка. Эта идеология была разработана в конце 1990-х годов, однако история о том, как изначально был изобретен асфальт, модифицированный резиной, запатентован, и как используется в настоящее время, и его преимущества, которые увеличились со временем, эта история начинается в 1960-х годах. Первоначальная разработка асфальтобетона началась в середине 1960-х годов, когда Чарльз Макдональд, инженер начал поиск метода ремонта тротуаров, которые находились в разрушенном состоянии. Первые усилия Чарльза Макдональда привели к разработке небольших сборных асфальто-резиновых заплаток, которые он назвал «пластырями». Другие исследовали использование резины в асфальте. Большинство проанализированных исследований включали невулканизированный натуральный каучук или латексный каучук в асфальт. Некоторые исследования действительно добавляли вулканизированную резину в асфальт, но результаты были безрезультатны [2].

Асфальт модифицированный каучуком состоит из битума и вулканизированной резины, полученной путем переработки из утильных покрышек. Асфальт модифицированный каучуком - это вяжущее, которое используется для герметизации дорожного покрытия и устройства покрытия.

Резиновую крошку получают несколькими способами.

Измельчением, можно разделить на два типа: гранулирование и крекерная мельница. Обычно материал поступает в крекер-мельницу или гранулятор при температуре окружающей среды или при комнатной температуре. Температура значительно возрастает в процессе шлифования из-за трения, возникающего при измельчении материала. Гранулятор уменьшает размер резины за счет резки. А экран внутри машины контролирует размер продукта. Резиновые частицы, полученные с помощью этих методов, обычно имеют форму хаотического среза и шероховатость текстуры, с аналогичными размерами на обрезных краях. Крекерные мельницы - это низкоскоростные машины, и резину обычно пропускают через две-три мельницы для достижения должного размера частиц и далее удаляют стальные и волокнистые компоненты. Резиновая крошка, произведенная на крекерной мельнице имеет обычно длинную и вытянутую форму и имеет большую удельную поверхность.

Асфальт модифицированный каучуком изготавливается путем смешивания горячего асфальтобетона с резиновой крошкой и др. компонентами или добавками, если необходимо. Резиновая крошка при температуре окружающей среды добавляется в горячий асфальт и тщательно смешивается при температуре примерно 220-230°C. Другие указанные компоненты или добавки также могут быть использованы в асфальтобетоне модифицированный резиновой крошкой. Примерами таких компонентов и добавок могут являться натураль-

ный каучук, масло-пластификатор и другие полимеры. Во время нагрева и смешивания асфальта и резины частицы каучука набухают, и превращаются в гелеобразную смесь. Полученный асфальт модифицированный каучуком перекачивается в отдельный резервуар, где хранится до температура не менее 120 °С в течение 45-60 минут. Процесс смешивания асфальта модифицированного каучуком, включает бункер для резиновой крошки (измельченный резина), бак для хранения асфальта, тепловой бак, который нагревает асфальт до высокой температуры, смесительная камера со сдвиговым блендером и, реакционный сосуд, в котором битум и резиновая крошка взаимодействуют (набухают). Реакционный сосуд имеет непрерывное перемешивание.

Асфальтобетон, модифицированный резиновой крошкой обладает рядом измененных физико-механических свойств относительно исходного битума. Однако немаловажным фактом является рабочая температура, которая влияет на удобоукладываемость смеси и возможность работы с данным материалом.

Одним из важных основных параметров, которые влияют на качество продукта является рабочая температура, которая может быть выражена таким главным параметром, как вязкость. Чем наиболее вязкоевяжущее применяется в асфальтобетоне, тем большего прочность, а также наименее подвижна смесь и тем выше необходимо механических усилий для ее качественного уплотнения. Однако, стоит отметить, что излишне высокая вязкость органического вяжущего в асфальтобетоне потенциально может привести к возникновению открытых трещин на покрытии, а в холодном виде - к слеживаемости при хранении [3];

Для существующих на рынке битумов различных марок, которые имеют разнообразную консистенцию, логично, что рабочая температура будет неодинаковой.

Рекомендуемая (максимальная) температура нагрева каменных (минеральных) материалов составляет 150-160 °С для битумов БНД 50/70, 145-155 °С для БНД 70/100, 135-145 °С для БНД 100/130, 120-130 °С для БНД 130/200.

Наибольшее время, которое может выдерживаться битум при данном технологическом процессе приготовления асфальтобетонной смеси, в идеале должна составлять не более пяти часов, чтобы не допустить образования в вяжущем процессов старения, которое может сопровождаться потерей качества самого связующего материала. При температуре не выше 90 °С вязкие битумы разрешается выдерживать не более 12 ч, а жидкие битумы класса МГ — при температуре не выше 70 °С не более 12 ч.

В соответствии с существующей методикой испытания по ГОСТ 11503-74* был взят прибор ВУБ-1 в соответствии с которым необходимо было узнать фактическую продолжительность вытекания исследуемого вяжущего из отверстия заданного определенного диаметра [4].

Результаты полученных испытания представлены на рисунке 1 и таблице 1.

Для оценки фактической рабочей температуры исследуемого резинобитумного вяжущего нами был поставлен качественный эксперимент, в ходе которого главным образом оценивалось время (продолжительность) истечения за-

данного количества, исследуемого вяжущего через отверстие заданного определенного диаметра на приборе ВУБ-1 в соответствии с имеющейся в нормативе методикой испытания [4].

Логично предположить, что заведомо смесь является неоднородной (в ее составе находятся частицы резиновой крошки не подвергающиеся процессу термомеханического смешения) поэтому данный метод является косвенным признаком определения данного показателя. В действительности же необходимо применять ротационный вискозиметр, который способен определить вязкость не зависимо от принадлежности вяжущего. Однако для косвенной оценки был взят за основу данный способ контроля качества вязкости битума и битума модифицированного резиновой крошкой.

Результаты испытаний приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

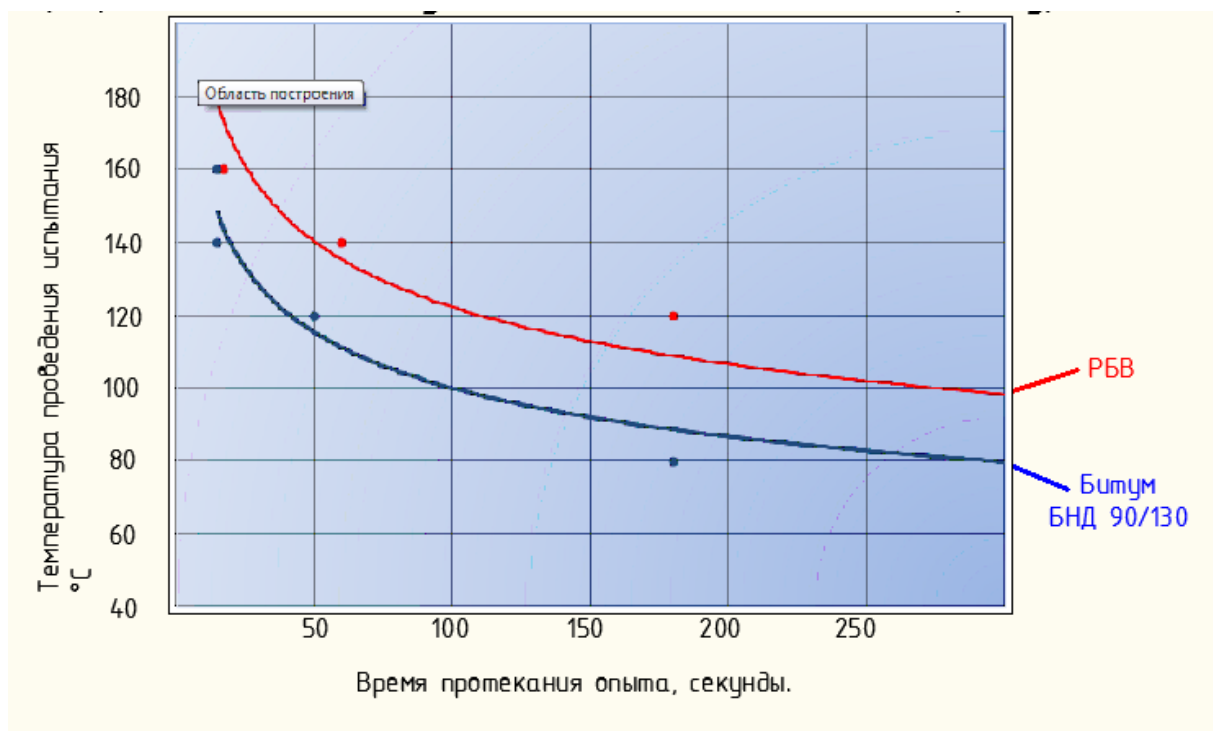


Рис. 1 – Зависимость условной вязкости битума БНД 100/130 и резинобитумного вяжущего (РБВ) от температуры

Таблица 1

Результаты определения времени истечения 50 см³ вяжущего

Наименование вяжущего	Время истечения 50 см ³ вяжущего, с, при температуре испытания, °C:					
	80	100	120	140	160	180
Битум марки БНД 100/130	-	100	50	15	15	15
Резинобитумное вяжущее	-	-	180	60	17	15

Анализ полученных данных указывает, что заданная условная вязкость битума исследуемой марки БНД 100/130 при заданной рабочей температуре в соответствии с [5] равной 120-130°C находится в пределах 50-100 с. Битум, модифицированный полимерной резиновой крошкой, полученный при двухстадийном технологическом процессе имеет более-менее сопоставимую условную вязкость при температуре 135-145°C, т.е. имеет заданную рабочую температуру на 25-35°C выше, чем у первоначально исходного битума.

Данный факт говорит, о том, что исследуемое резинобитумное вяжущее потенциально представляет собой гетерогенную (неоднородную) систему, которая может включать в себя различные частицы измельченной (разорванной) девулканизированной резины более уменьшенного относительно исходного диаметра размера.

Но потенциально, с помощью данного метода невозможно достоверно, главным образом определить вязкость (рабочую температуру) заведомо неоднородной системы, поскольку суть известного метода состоит в истечении (вытекании) жидкости через заданное отверстие определенного диаметра. Из-за того, что первоначально система имеет различные включения разного размера, и потенциально, может забиться исходное отверстие, то истечение (вытекание) жидкости будет происходить в неадекватном формате. Поэтому полностью считать, что метод является достоверным невозможно. Его можно отнести к косвенному (условному) установлению вязкости битума и исследуемого битума модифицированного резиновой крошкой.

Резиновую крошку нельзя считать отходами. Это ценный товар с постоянным расширением и растущими потребностями на диверсифицированных рынках. Ее использование при модифицировании битума имеет однозначно верное решение. Резиновая крошка оказалась одной из немногих добавок для битума и асфальтобетона, полученные из отходов, которые оказывают благотворное действие и фактически улучшают прочностные и эксплуатационные качества. Такими выводами могут являться: 1. Производство резиновой крошки - это экологически безопасный метод утилизации шин; 2. Резиноасфальтобетон доказал свою долговечность, рентабельность и устойчивость; 3. Программы устройства асфальтобетонных покрытий являются ключевыми составляющими приемлемой и успешной программы утилизации изношенных шин.

Необходимо рассматривать все варианты, чтобы уменьшить накопление изношенных шин. Этот вид утилизации является намного лучшим методом, чем продолжение накапливания свалок, которые приводят к неконтролируемым пожарам во всем мире. Безусловно, выбросы при утилизации резиновой крошки и производства асфальтобетона на битумах, модифицированных данным полимером будут иметь место, но они намного ниже чем выделение загрязняющих веществ при неконтролируемом складировании подобного рода отходов.

Таким образом, существующий применимый метод оценки рабочей температуры через условную вязкость, требует нового способа (с помощью ротационного вискозиметра) ее определения. Аналогичным способом

время испытания вязкости на нормативном приборе ВУБ-1, по соответствующей (известной) методике свидетельствует о различии рабочей (заданной) температуры в 25-35°C, чем исходный битум. Поэтому можно сказать, что для удобной и комфортной работы с асфальтобетоном, полученным на битуме модифицированным резиновой крошкой необходимо повышать температуру его приготовления. Это даст возможность получить наиболее качественной асфальтобетонное покрытие, которое будет потенциально более прочным, качественным и безопасным для передвижения по нему автомобилей.

Список литературы:

1. Проблемы и преимущества утилизации автомобильных шин [Электронный ресурс] <http://mosaica.ru>. Режим доступа: <http://mosaica.ru/news/obshchestvo/2012/07/16/21730-0>. – Загл. с экрана.
2. Шабаев, С. Н. Влияние размера резиновой крошки на технологические параметры получения резино-битумного вяжущего [Текст] / С. Н. Шабаев, С. А. Иванов, Е. М. Вахьянов // Молодой ученый, 2013. - № 2. – С. 75-77.
2. Битумные вяжущие: виды, свойства и структура [Электронный ресурс] // <http://snip8.narod.ru>. - Режим доступа: http://snip8.narod.ru/article/article_bitum_vv.html. – Загл. с экрана.
3. Руководство по строительству дорожных асфальтобетонных покрытий [Текст] / Транспорт. – М., 1978.
4. ГОСТ 11503-74*. Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости [Текст] / Госстандарт СССР. – М., 1976.
5. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 [Текст] / Минрегион России. – М., 2012.