

К ВОПРОСУ ПОЛУЧЕНИЯ РЕЗИНО-БИТУМНОГО КОНЦЕНТРАТА ДЛЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ИЗНОШЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

П.С. Беляев, М.В. Забавников, О.Г. Маликов

*Кафедра «Переработка полимеров и упаковочное производство»,
ГОУ ВПО «ТГТУ»*

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: двухшнековый смеситель; композиционный материал; наноматериал; наноструктурированный резино-битумный концентрат; резинотехнические отходы.

Аннотация: Предложен новый подход к проблеме повышения качества дорожных покрытий за счет использования продуктов переработки изношенных шин: переход от модифицированных данными материалами битумов к наноструктурированному резино-битумному концентрату.

В настоящее время перспективным направлением является создание технологического комплекса, реализующего непрерывный способ переработки изношенных автомобильных шин и других резинотехнических отходов в новый сырьевой компонент производства асфальтобетонных смесей – наноструктурированный резино-битумный концентрат. Получаемый концентрат обладает способностями длительного хранения в обычных условиях и технологически совмещаться с дорожными битумами, придавая им требуемый уровень эластичности в широком температурном интервале.

Такой подход к решаемой проблеме широко распространен в настоящее время в мире. Опыт ряда западных фирм, например «Crafko» (США), «Massenza» (Италия) и «Viafrance» (Франция), работающих в дорожном строительстве, позволяет сделать вывод о необходимости производства резино-битумного концентрата, применяемого для модификации нефтяных битумов в дорожном строительстве. Использование концентрата позволяет применять его для модификации битума в любых существующих технологических схемах производства асфальтобетона. К тому же концентрат является товарной продукцией, легко поставляемой и реализуемой в коммерческих интересах, так как срок его жизни по сравнению с модифицированным битумом велик. Использование в концентрате углеродных наноструктурированных материалов, обладающих уникальными свойствами, открывает широкую перспективу применения данных материалов в дорожном строительстве.

Предлагаемый технологический комплекс включает в себя:

– линию по механическому измельчению изношенных автомобильных шин и других резинотехнических отходов в резиновую крошку максимальным размером до 1 мм;

– смеситель-девулканизатор непрерывного действия для осуществления активированной механотермической деструкции резиновой крошки с получением регенерата;

– реактор каталитического пиролиза углеводородов полунепрерывного типа для получения углеродных наноструктурных материалов, использующихся для придания заданных свойств регенерату в процессе последующей переработки;

– двухшнековый смеситель непрерывного действия для получения резино-битумного концентрата из активированного регенерата с добавлением химикатов и углеродных наноматериалов.

Предлагаемая схема производственного процесса призвана обеспечивать необходимую производительность технологического комплекса, высокую степень безопасности и экологичности процессов, происходящих в закрытых герметичных установках, обеспечивающих изоляцию продуктов термомеханической регенерации резиновых отходов от окружающей среды, а также создание технологических линий с высокой степенью автоматизации.

Структурная схема предлагаемого технологического комплекса переработки изношенных шин и РТИ в наноструктурированный резино-битумный концентрат представлена на рис. 1.

Изношенные шины (отходы РТИ) поступают на вход линии 1, где происходит их измельчение с целью получения резиновой крошки максимальным размером менее 1,0 мм. В процессе измельчения из технологического потока удаляются посторонние примеси, в том числе металлосодержащие элементы покрышек и РТИ.



Рис. 1. Структурная схема технологического комплекса по переработке изношенных шин и отходов РТИ в наноструктурированный резино-битумный концентрат

Далее резиновая крошка поступает в смеситель-девулканизатор **2** непрерывного действия, где происходит ее механотермическая деструкция в присутствии химических добавок, обеспечивающих повышение эффективности процесса и активирование регенерата.

Активированный регенерат поступает далее в двухшнековый смеситель непрерывного действия **3**, где происходит его смешение с битумом, в присутствии химических добавок, и с углеродными наноматериалами оптимальной структуры для придания конечному продукту (резино-битумному концентрату) заданных показателей качества. В процессе исследований не исключается возможность объединения стадий **2** и **3** с целью снижения издержек производства.

Углеродные наноматериалы оптимальной структуры производятся на опытно-промышленном образце реактора **4** каталитического пиролиза углеводородов полунепрерывного действия с автоматической подачей катализатора и выгрузкой готового продукта.

В качестве линии **1** (см. рис. 1) предлагается использовать комплекс механического дробления шин и РТИ (рис. 2), разработанный ВНИИРТмаш г. Тамбов [1]. Данный способ измельчения отходов РТИ является надежным и проверенным методом дезинтеграции, позволяющим получать резиновый гранулят необходимого качества. Оборудование технологической линии измельчения шин и отходов РТИ прошло промышленную апробацию и используется на заводах РТИ, шинных и регенератных заводах. Технологической схемой получения резиновой

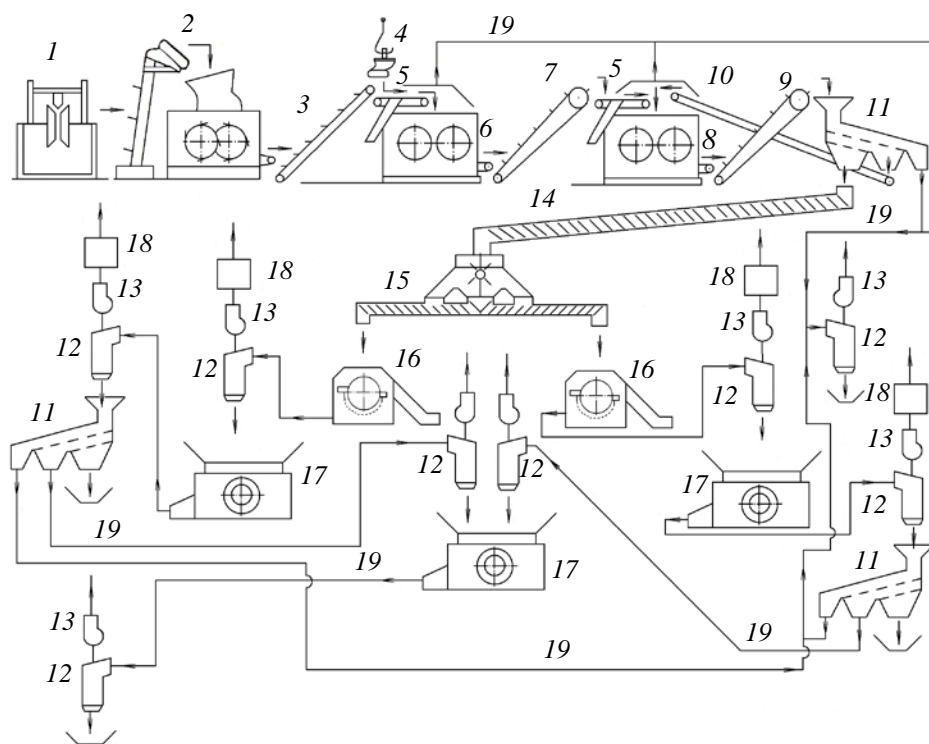


Рис. 2. Схема дробильного комплекса:

- 1 – станок борторезательный; 2 – валковый измельчитель; 3 – транспортер;
 4 – сепаратор магнитный подвесной; 5 – транспортер промежуточный; 6, 8 – валцы дробильные; 7, 9 – железотделитель 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

крошки предусмотрено два участка: участок грубого измельчения и участок тонкого измельчения. На участке грубого измельчения производится вырезка бортовых колец шин на борторезательном станке. Резка шин на куски размером 200...300 мм производится на валковом измельчителе, идущем в комплекте с дробильными вальцами, где получают куски резины диаметром 5...6 мм. Одновременно производится удаление металла и предварительный рассев крошки. Если отходы резинотехнических изделий имеют меньшие размеры, то эту стадию не применяют. После этого крошка подается на участок тонкого помола, где на роторных измельчителях и дисковых мельницах крошка доводится до товарного состояния, расфасовывается или подается на дальнейшее использование. Предусмотрена возможность получения резинового порошка размером частиц до 0,5 мм на дисковой мельнице. Каждая стадия дробления линии снабжена устройствами отделения корда (металлического и текстильных волокон).

Стадию активированной механотермической деструкции предлагается проводить в двухшнековом смесителе-девулканизаторе **2** (см. рис. 1) непрерывного действия с использованием пластификатора и химических добавок. В ТГТУ разработан лабораторный вариант данного оборудования (рис. 3), представляющий собой двухшнековый смеситель непрерывного действия **1** с диаметром шнеков 40 мм, снабженный рубашкой обогрева. Крутящий момент на шнеки смесителя передается от электродвигателя **4** через вариатор **3**, позволяющий бесступенчато регулировать частоту вращения шнеков в диапазоне от 20 до 80 об/мин, и редуктор-раздвоитель **2**. Температурный режим получения резино-битумной композиции поддерживается путем подачи теплоносителя от термостата **5** в рубашку обогрева смесителя, и контролируется термопарами **6**, подключенными к регулятору **7**. В корпусе смесителя предусмотрены штуцера **8**, которые могут обеспечивать ввод в перерабатываемый материал химических добавок в различные зоны смесителя (в том числе обеспечивающих химическую девулканизацию резины) и углеродных наноматериалов. Рабочие роторы смесителя комплектуются сменными насадками. Конструкция смесителя позволяет изменять геометрию роторов за счет модульного принципа их компоновки различными элементами. В качестве последних исследовались известные типы насадок: секторные, эллиптические, шестеренчатые и др. Однако, их использование не обеспечило заданного качества смешения и диспергирования резиновой крошки. Поэтому был разработан новый тип рабочих органов – конические валковые насадки, которые воздействуют на перерабатываемый материал с переменной фрикцией, что позволило существенно улучшить качество резино-битумной композиции за счет повышения диспергирования резиновой крошки.

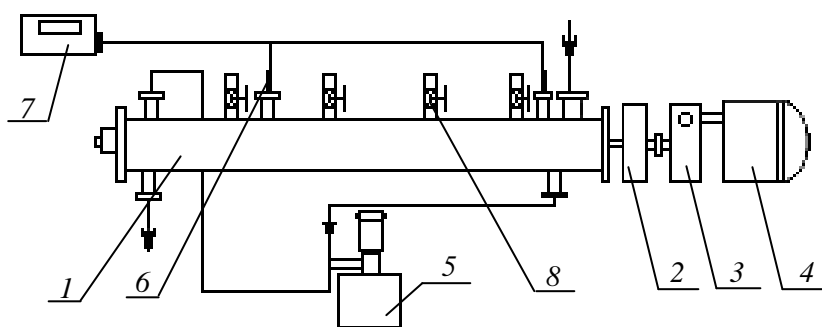


Рис. 3. Установка для непрерывного производства резинобитумной композиции:

- 1 – смеситель; 2 – редуктор-раздвоитель; 3 – вариатор;
4 – электродвигатель; 5 – термостат; 6 – термопара; 7 – регулятор;
8 – штуцера подачи компонентов

Данный лабораторный смеситель непрерывного действия был апробирован при исследованиях процесса модификации нефтяных дорожных битумов резиновой крошкой, полученной из изношенных автомобильных шин. При этом рабочие роторы смесителя непрерывного действия состояли из червячных подающих и обратных насадок, обеспечивающих транспортирование материала, смесительных эллиптических кулачков, обеспечивающих предварительное смешение нефтяного битума и резиновой крошки, конических валковых насадок, выполненных как одно целое с шестернями, которые обеспечивали вращение насадок навстречу друг другу.

В этом случае достигались высокие диспергирующие воздействия на перерабатываемый материал, обеспечивая поверхностную девулканизацию резиновой крошки. Данное техническое решение защищено патентом РФ [2].

В настоящее время изучена кинетика процесса получения резино-битумных композиций на основе резиновой крошки из изношенных шин и предложены пути интенсификации процесса и повышения качества композиции.

На разработанной установке были проведены исследования влияния технологических параметров (концентрации резиновой крошки, ее фракционного состава и частоты вращения роторов) производства на качественные показатели резино-битумной композиции. Установлено, что при применении резиновой крошки фракции 1...0,8 мм физико-механические показатели полученной композиции (табл. 1) сопоставимы с показателями резинобитумных композиций марки БИТРЭК, рекомендованных к применению правительством г. Москвы и Росавтодор [3].

На базе полученных резино-битумных композиций были изготовлены и испытаны по методикам ГОСТ 12801-98 и ГОСТ 9128-97 асфальтобетонные покрытия. Испытания показали, что при использовании резино-битумной композиции возрастают прочность при температурах 20, 50 и 0 °С на 15...20 % в зависимости от содержания вяжущего в асфальтобетоне; увеличивается трещиностойкость до 25 % и морозостойкость на 15 %. Это позволило сделать вывод о целесообразности применения в дорожном строительстве резино-битумного вяжущего (РБВ), полученного на основе битума, модифицированного резиновой крошкой из изношенных шин.

Оценка качества полученного композита или асфальтобетона на их основе возможна только при сопоставлении характеристик композитов с модификаторами для дорожных битумов. Однако, это сравнение, особенно с зарубежными марками композиций, достаточно условно, так как характеристики в большой степени зависят от характеристик нефтяного битума, на основании которого производится композиция. В столбцах 2 и 3 представленных ниже табл. 1 и 2 приведены резуль-

Таблица 1

Физико-механические показатели нефтяного битума и композиций на его основе

Характеристика	Битум БНД60/90	РБВ (г. Тамбов)	РБВ БИТРЕК	Flexochape E
Глубина проникновения иглы при 25 °С	86	76	61...90	72
Температура размягчения, °С, не менее	46	55	52	64
Растяжимость при 25 °С, не менее	26	12	12	—
Эластичность, %, не менее	—	38	30	—

Таблица 2

Физико-механические показатели асфальтобетона на основе битума и РБВ

Характеристика	Асфальтобетон на основе			Битумо-песчаная смесь на Flexochape E
	БНД 60/90	РБВ (г. Тамбов)	РБВ БИТРЕК (г. Москва)	
Прочность при 20 °С, МПа	3,9	6,1	5,5	6,57
Прочность при 50 °С, МПа	1,1	3,5	1,7	–
Трещиностойкость, МПа	–	4,4	–	–
Морозостойкость, МПа	–	6,5	–	–
Прочность после водонасыщения, МПа	3,5	6,1	5,3	6,17
Водонасыщение, %	3,9	1,4	1,8	–
Коэффициент водонасыщения	0,89	0,98	0,97	0,94

таты экспериментальных исследований качественных показателей исходного нефтяного дорожного битума марки БНД 60/90 и резино-битумного вяжущего, полученного нами на его основе, а также асфальтобетонов на основе этих связующих. В столбцах 4 и 5 табл. 1, 2 для сравнения приведены данные по резино-битумным вяжущим БИТРЕК фирмы НПГ «Инфотех» (г. Москва) и Flexochape E (Франция) и по асфальтобетонам, полученным на их основе.

Углеродные наноструктурированные материалы для придания заданных потребительских свойств резино-битумному концентрату предлагается производить на опытно-промышленном реакторе 4 (см. рис. 1) каталитического пиролиза углеводородов, разработанном в Тамбовском ГТУ и производимом ОАО «Тамбовский завод «Комсомолец» им. Н.С. Артемова» методом газофазного химического осаждения углерода на катализаторах (CVD-процессы) [4].

В настоящее время ведутся работы по модернизации установки (см. рис. 3) с целью получения на ней конечного продукта – резино-битумного концентрата, обогащенного углеродными наноматериалами заданной структуры.

Список литературы

1. Резиновая промышленность. Сырье. Материалы. Технологии : докл. XIII междунар. науч.-практ. конф. – М. : НТЦ НИИШП, 2007. – 225 с.
2. Пат. 2247654 Российская Федерация, МПК В29В 7/34, 7/46// В 29 К 95:00. Смеситель непрерывного действия для композиционных строительных материалов на основе нефтяных битумов / Забавников М.В., Беляев П.С., Маликов О.Г., Хабаров С.Н; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2003125507/12 ; заявл. 18.08.2003 ; опубл. 10.02.2005, Бюл. № 7. – 6 с.
3. Рекомендации по применению битумно-резиновых композиционных вяжущих материалов для строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог : отраслевой дорож. метод. док. : ОС-421-р : утв. Минтранс России 12.05.2003 : для опытного применения. – М. : Росавтодор, 2003. – 12 с.
4. Ткачев, А.Г. Каталитический синтез углеродных нанотрубок из газофазных продуктов пиролиза углеводородов / А.Г. Ткачев, С.В. Мищенко, В.И. Коновалов // Российские нанотехнологии. – 2007. – Т. 2. – С. 100–108.

About the Problem of Using Worn-Out Car Tyres for Production of Rubber Bitumen Concentrate for Asphalt Coat

P.S. Belyaev, M.V. Zabavnikov, O.G. Malikov

Department "Polymer Processing and Packaging Production", TSTU

Key words and phrases: composite material; nano-material; nano-structural rubber bitumen concentrate; rubber waste; two-auger mixer.

Abstract: The paper puts forward a new approach to the problem of quality improvement of asphalt coat through the use of recycled worn-out tyres, i.e. the transfer from the bitumen modified with these materials to nano-structural rubber bitumen concentrate.

Zur Frage des Erhaltens des Gummibitumenkonzentrates für die asphaltbetonen Reisedeckungen aus den abgenutzten Autoreifen

Zusammenfassung: Es wird das neue Herangehen zum Problem der Erhöhung der Qualität der Reisedeckungen infolge der Nutzung der Produkte der Überarbeitung der abgenutzten Reifen vorgeschlagen: den Übergang von den modifizierten abgeänderten Bitumen zum nanostrukturierten Gummibitumenkonzentrat.

Sur le problème de l'obtention de la concentration de caouthouc et de bitume pour les revêtements d'asphalte et de bitume sur les pneus usés d'automobile

Résumé: Est proposée une nouvelle approche pour le problème de l'augmentation de la qualité des revêtements routiers compte tenu de l'utilisation des produits du traitement des pneus usés: le passage des bitumes modifiés par matériaux donnés à la concentration nanostructurale de caouthouc et de bitume.
