

*Селицкая Н.В., канд. техн. наук, доц.,
Лашин М.В., аспирант,
Красников И.А., студент*

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРИМЕНЕНИЕ БИТУМНО-РЕЗИНОВЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Российские автомобильные и железные дороги являются одними из самых больших транспортных сетей в мире. Являясь основой транспортной системы страны, они обладают чрезвычайно важным экономическим, государственным, оборонным и социальным значением. Огромное значение этих транспортных сетей требует поиска рациональных способов и технологий улучшения качества и технических характеристик автомобильных и железных дорог. Поиск новых материалов и технологий для улучшения качества дорог жизненно необходим для развития страны в целом. Направленность на высокоскоростное движение с большим объёмом грузов и большим пассажирооборотом становится все более актуальной проблемой на сегодняшний день, а введение санкций требует поиска и разработку отечественных технологий строительства и ремонта дорог.

В данной статье рассмотрена перспектива применения органических вяжущих на основе битума и вулканизированной резиновой крошки, рассмотрены способы улучшения качественных характеристик автомобильных и железных дорог.

Ключевые слова: битум, резиноасфальтобетон, вяжущее, резиновая крошка.

Одной из самых актуальных проблем в дорожном строительстве в России является подбор качественно и приемлемого по стоимости сырья, основным компонентом которого является битум. Битум применяется в дорожном строительстве, изготовлении кровельных материалов, строительстве зданий и сооружений, для изоляции трубопроводов, в лакокрасочной и кабельной промышленности. Наиболее широко органическое вяжущее, в виде битума применяют в дорожном строительстве [1, 2].

Существует принципиальное отличие качества дорожных битумов, выпускаемых отечественными предприятиями, от битумов, выпускаемых за рубежом, где в качестве сырья применяется только нефть определенного состава, в которой практически отсутствует твердый парафин.

Сложность получения качественного битумного сырья вызывает необходимость в поиске новых материалов для получения вяжущего необходимого качества, какими могут быть природные битумы, полимер-битумные композиции и битумы, модифицированные добавками. Применение таких материалов позволяет увеличить температурный интервал работоспособности, обеспечить надежность и долговечность эксплуатируемой конструкции [3].

В связи с различием климатических зон России и зарубежных стран технические требования к качеству дорожных битумов различаются. В России более высокие требования к битумам по морозостойкости и теплостойкости. В зарубежных странах большее внимание уделяют показателю растяжимости при 25 °С [4].

Все это ведет к потребности создания новых подходов и технологий в дорожном и железнодорожном строительстве.

Одним из таких решений было создание резиноасфальтобетона на основе вяжущих БИТ-РЭК [5]. БИТ-РЭК – это аббревиатура словосочетания «битумно-резиновые экологически чистые композиционные материалы», получают по технологии химического объединения мелкодисперсной крошки из шинной резины и нефтяных битумов.

Вяжущие БИТ-РЭК разработаны для использования в составе асфальтобетонных смесей и служат для повышения трещиностойкости, сдвигоустойчивости и коррозионной устойчивости верхних защитных слоев асфальтобетонных дорожных покрытий и слоев износа повышения их эксплуатационной и усталостной долговечности, продления межремонтных сроков службы.

Резиноасфальтобетонные смеси на основе вяжущих БИТ-РЭК должны производиться по специально разработанному и согласованному технологическому регламенту. При этом подобранные оптимальные составы резиноасфальтобетонных смесей согласовываются с организацией-заказчиком.

Резиноасфальтобетонные смеси следует готовить в асфальтосмесительных установках, оборудованных смесителями принудительного перемешивания периодического или непрерывного действия. Смесительные установки должны обеспечить точность дозирования компонентов в соответствии с точностью подбора составов. Допускаемая погрешность дозирования

компонентов резиноасфальтобетонной смеси не должна превышать +/- 3 % по массе для каждого компонента минеральной части и +/- 1,5 % по массе для вяжущего БИТРЭК. Продолжительность перемешивания устанавливают в соответствии с техническими характеристиками используемой смесительной установки и уточняют при пробном замесе. Температура нагрева минеральных материалов должна быть 200 °С – 210 °С, температура вяжущего БИТРЭК – 160 °С – 170 °С [6].

Помимо вяжущих БИТРЭК в России разрабатывают другие технологии приготовления и применения битума с добавлением резиновой крошки, для создания качественного асфальтобетона и применения его в строительстве.

В патенте [7] описывается изобретение, которое может быть использовано в строительстве верхних слоев дорожной одежды во всех климатических зонах.

Асфальтобетон включает щебень, песок, минеральный порошок, вязкий нефтяной битум и тонкомолотую резиновую крошку. Тонкомолотую резиновую крошку он содержит в виде смеси механоактивированной резиновой крошки с размером фракций от 0,071 мм до 0,100 мм и песка, полученной совместной обработкой их в дезинтеграторе при массовом соотношении 1:2. Соотношение компонентов в составе асфальтобетона составляет, мас. %: щебень 42–43, песок 35–36,

минеральный порошок 12,8–13,2, вязкий нефтяной битум 5,5–6,0, указанная резиновая крошка 1,0, указанный песок 2,0.

В данной разработке предусмотрен «сухой» способ введения резиновой крошки. В работе отмечается, что по своей природе резиновая крошка обладает высокой устойчивостью к воде и солевым растворам. Ее введение способствует повышению устойчивости асфальтобетонной смеси к старению под воздействием факторов окружающей среды, ультрафиолетового излучения, значительному снижению водопоглощения, увеличению водостойкости.

Частицы резины способствуют повышению в асфальтобетоне доли закрытой пористости, а это значит, что добавление резиновой крошки может улучшать коррозионную устойчивость асфальтобетона. Данный асфальтобетон включает в состав 44 % щебня, 41 % песка, 14 % минерального порошка, 1 % резиновой крошки крупностью 1,2 мм и 5,5–6 % битума.

Многочисленные исследования показали, что грамотное применение резиновой крошки в качестве модификатора асфальтобетона приводит к значительному расширению температурного интервала работы покрытия и к увеличению срока его службы (табл.1). Как следствие этого, значительно снижаются эксплуатационные расходы на обслуживание асфальтобетона, модифицированного резиновой крошкой.

Таблица 1

Физико-механические показатели ЩМА-15

Наименование показателя	Значение показателя для			
	ЩМА-15 на БНД	ЩМА-15 на ПБВ	ЩМА-15 на РБВ	ГОСТ 31015-2002
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее: при температуре 20 °С при температуре 50 °С	3,17	3,85	4,53	2,2
	1,10	1,28	1,44	0,65
Сдвигоустойчивость: коэффициент внутреннего трения, не менее сцепление при сдвиге при температуре 50 °С, МПа, не менее	0,94	0,97	0,97	0,93
	0,19	0,25	0,36	0,18
Трещиностойкость – предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа:	3,22	3,01	2,87	2,5–6,0
Показатель стекания, не более, %	0,14	0,12	0,10	0,20

Как видно из представленных данных резинобитумное вяжущее существенно расширяет температурный интервал надежной работы асфальтобетонного покрытия, увеличивает трещиностойкость при низких температурах, за счет повышенной эластичности, повышает стойкость покрытия к колееобразованию не только по срав-

нению с традиционным рецептом ЩМА с применением целлюлозной стабилизирующей добавки, но и по сравнению с ЩМА на полимерно-битумном вяжущем [8].

Применение таких технологий возможно не только при строительстве автомобильных дорог. Битумно резиновые вяжущие находят свое при-

менение в качестве мастики для ремонта автомобильных дорог и аэродромов, а также имеют перспективы при применении в железнодорожном строительстве.

Важной проблемой при строительстве современных железных дорог, является: сохранение формы, увеличение срока службы и качества балластного слоя при высоких скоростях и больших нагрузках на ось пути.

В патенте [9] описана технология применения битумно-резиновых вяжущих, которая может быть использована при строительстве и реконструкции железных дорог. Изобретение относится к балластному слою с порозаполняющим веществом. Балластная призма содержит щебень, соединенный связующим материалом на основе синтетического латекса в упругий монолит с открытыми сквозными порами. При этом 0,15–0,20 объема составляет резиноподобная фракция 10–20 мм, полученная дроблением использованных автомобильных покрышек и других утилизируемых изделий из резиноподобных материалов. Решение направлено на уменьшение разрушения щебня с соответствующим увеличением ресурса.

При росте технических скоростей и осевых нагрузок подвижного состава актуальны меры, направленные на стабилизацию процесса взаимодействия поезда с верхним строением пути (ВСП), повышение уровня упруго-деформативной стабильности балластного слоя, проявления свойства амортизации как в работе балластной призмы, так и ламинаризации передачи нагрузок к основанию, в том числе в усложненных климатических и инженерно-геологических условиях.

Предлагаемая конструкция балластной призмы железнодорожного пути состоит из щебня, соединенного в местах контакта друг с другом в упругий монолит с открытыми сквозными порами связующим материалом на основе, например, синтетического латекса, и отличающаяся тем, что в состав омоноличиваемой щебеночной балластной призмы вводится до 0,15–0,20 объема резиноподобная фракция 10–20 мм, полученная, например, дроблением использованных автомобильных покрышек.

Предлагаемая конструкция балластной призмы железнодорожного пути поясняется на рисунках 1, 2.

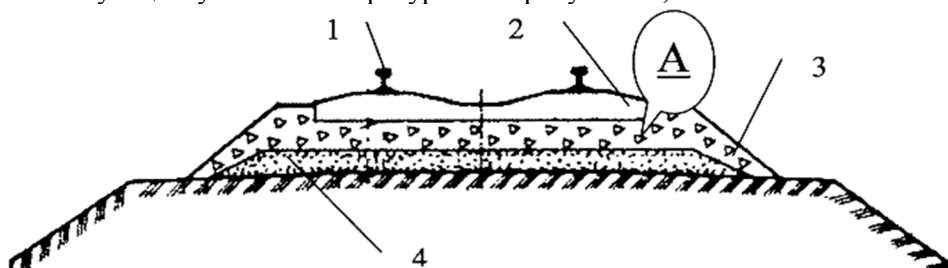


Рис. 1. Конструкция балластной призмы

1 – рельс, 2 – шпала, 3 – балластная призма, 4 – песчаная подушка

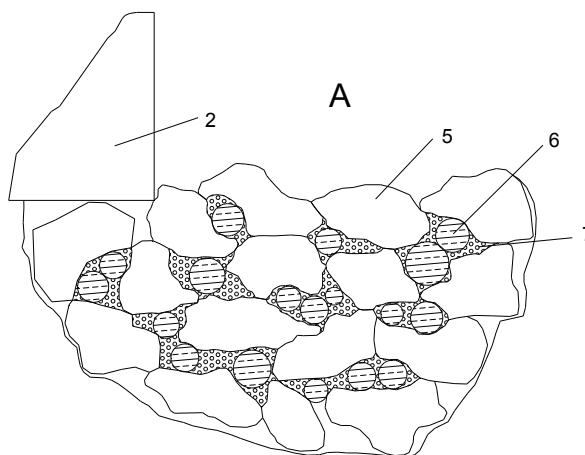


Рис. 2. Щебеночный балласт

2 – шпала, 5 – щебень, 6 – дробленая резиноподобная фракции 10–20 мм, 7 – склеивающий (латексный) слой

Применение композиционных вяжущих материалов, обеспечивает продление сроков службы, способствуя сокращению расходов, связанных с содержанием и ремонтом балласта. В

связи с этим становится актуальным производство и применение комплексных битумных вяжущих, в которых битум производится в больших масштабах и выступает основой, а необходимый

уровень качества достигается путем введения модифицирующих компонентов.

В патенте [10] описывается способ укрепления балластной призмы железнодорожного пути, который включает формирование и пропитку верхнего щебеночного слоя жидким полимерным связующим на основе полиуретана. Сначала осуществляют отсыпку с балластной призмы части щебеночного слоя, затем формируют со стороны действующей части пути технологический откос высотой H . В верхние слои откоса и примыкающие к нему участки балластной призмы шириной $H/2$ вводят жидкое полимерное связующее и формируют каркасную структуру щебеночного слоя на глубину 7–14 см за счет склеивания зерен щебня в точках их соприкосновения. Затем обработанный щебеночный слой выдерживают в условиях отсутствия капельной жидкости и вибрации в течение 1–4 ч для отверждения связующего. Результатом данной технологии является увеличение удерживающей способности верхнего слоя щебня в технологических откосах для предотвращения их осыпания и нежелательного выбивания зернистого материала щебня при движении высокоскоростных поездов в ремонтный и послеремонтный периоды, улучшении амортизационных и эксплуатационных характеристик балластной призмы эксплуатируемой части железнодорожного пути.

Битумно-резиновые композиционные вяжущие являются экологически чистыми материалами, в которых, имеющиеся как в битуме, так и в резине токсичные соединения, по-видимому, химически связываются и поэтому их выделение незначительно. Проведенные испытания показали, что по своим санитарно-гигиеническим свойствам эти вяжущие материалы более чистые, чем битум и отвечают самым жестким экологическим требованиям [11].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ахмедов С.А., Технология глубокой переработки нефти и газа. Учебное пособие для вузов. Уфа: Гилем, 202. 672 с.
2. Грушко И.М., Королев И.М. Дорожно-строительные материалы. М.: Транспорт, 1991. 357 с.
3. Джумаева О., Солодова Н.Л., Емельянцева Е.А. Основные тенденции производства битумов в России // Вестник технологического университета. 2015. Т.18, №20. С. 132–135.
4. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Введ. 1991.01.01 изм от 21.12.2017. М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. 77 с.
5. Композиционные битумно-резиновые материалы БИТРЭК и их применение в дорожном

строительстве [Электронный ресурс]. / НПГ ИН-ФОТЕХ. URL: http://snipov.net/database/c_4294966400_doc_4293849068.html, (дата обращения 10.01.2017).

6. СТО 58528024.001-2013. Композиционные битумные вяжущие БИТРЭК. Введ. 01.12.2013. М.: ФГУП «СТАНДАРТФОРМ» 2014. 13 с.

7. Прокопец В.С., Иванова Т.Л. Пат. 2365553, Российская Федерация, МПК С04В26/26, С04D20/02, С08L95/00. Асфальтобетон, содержащий механоактивированную резиновую крошку / заявитель и патентообладатель В.С. Прокопец. № 2008108049/03, заявл 29.02.2008; опубл. 27.08.2009.

8. Духовный Г.С., Сачкова А.В. Карпенко Д.В., Применение резиновой крошки в дорожном строительстве в рамках импортозамещения // «НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИННОВАЦИИ» сборник докладов Международной научно-практической конференции. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. С. 79–82.

9. Тюньков В.В., Бочерова О.А., Воронова Ю.В. Пат. 2475580, Российская Федерация, МПК E01B1/00, E02D3/12. Балластная призма для скоростных грузонапряженных участков бесстыкового железнодорожного пути / заявитель и патентообладатель Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС (ИрИИТ)). № 2011114322/11, заявл. 12.04.2011; опубл. 20.02.2013 Бюл. № 5. 6 с.

10. Мичурин О.А., Федоров А.В., Хрулев А.В., Шаула Я.И. Пат. 2469145, Российская федерация, МПК E01B1/00, E02D3/12. Способ укрепления балластной призмы железнодорожного пути. / заявитель и патентообладатель ООО «ЭЛАСТОИМПЭК». №2011117757/11, заявл. 05.05.2011; опубл 10.12.2012 Бюл. №34. 7 с.

11. Отраслевой дорожный методический документ. Рекомендации по применению битумно-резиновых композиционных вяжущих материалов для строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог (для опытного применения). Введ. 02.05.2003 изм. 01.10.2008. Министерство транспорта Российской Федерации государственная служба дорожного хозяйства (Росавтодор). Москва, 2003.

12. Барабаш Д.Е., Никитченко А.А. Оптимизация составов высоконаполненных армированных полимерных композиций // Известия ВУЗов. Строительство. 2006. №5. С. 44–48.

13. Гохман Л.М. Регулирование процессов структурообразования и свойств дорожных битумов-добавками дивинилстирольных термоэластопластов: Автореф. дисс. канд. техн. наук М.; 1974.

14. Прокопец В.С. Иваницкий Ю.В. Органическое вяжущее на основе нефтяного гудрона и активированной резиновой крошки для укрепления грунтов. Учебное пособие. Омск. Академия, 2005.

15. Гохман Л.М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полимерасфальтобетон. Учебно-методическое пособие. М., ЗАО «ЭКОНОМ-ИНФОРМ», 2008. 117 с.

Информация об авторах

Селицкая Наталья Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных и железных дорог, изделий и конструкций.

E-mail: khoruzhaya@front.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Лашин Максим Викторович, аспирант кафедры автомобильных и железных дорог.

E-mail: nedostypnbli@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Красников Иван Андреевич, студент.

E-mail: VannikovBelgorod@yandex.ru

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в марте 2018 г.

© Селицкая Н.В., Лашин М.В., Красников И.А., 2018

N.V. Selitskaya, M.V. Lashin, I.A. Krasnikov
BITUMEN-RUBBER BENDING MATERIALS APPLICATION IN AUTOMOBILE
AND RAILWAYS CONSTRUCTION

Russian roads and railways are among the largest transport networks in the world. Being the basis of the country's transport system, it has extremely important economic, state, defense and social significance. The enormous importance of these transport networks requires the search for rational ways and technologies to improve the quality and technical characteristics of roads and railways. The search for new materials and technologies to improve the quality of roads is vital for the development of the country as a whole. Focus on high-speed movement with a large volume of cargo and large passenger turnover is becoming an increasing problem for today, and the imposition of sanctions requires the exploration and development of domestic technology of construction and repair of roads.

In this article the use of organic binders perspective based on bitumen and vulcanized crumb rubber is considered and methods for improving the quality characteristics of roads and railways are observed.

Keywords: bitumen, rubber-asphalt concrete, astringent, rubber crumb.

REFERENCES

1. Ahmedov S.A., Technology of deep oil and gas processing. Textbook for high schools. Ufa: Gilem, 2002, 672 p.

2. Grushko I.M., Korolev I.M. Road-building materials. Textbook for high schools. Revised and updated. M.: Transport, 1991, 357 p.

3. Dzhumayeva O., Solodova N.L., Emel'yancheva E.A. The main trends of bitumen production in Russia. Bulletin of the Technological University, 2015, vol. 18, no. 20, pp. 132–135.

4. GOST 22245-90. Bitumens petroleum road viscous. Introduce. 1991.01.01 change as of 21.12.2017. M.: Publishing house of standards, 1996, 77 p.

5. Composite bituminous rubber materials BITREK and their application in road construction.

NPG INFOTECH. Available at: / URL: http://snipov.net/data-base/c_4294966400_doc_4293849068.html, (accessed 10/01/2017).

6. STO 58528024.001-2013. Composite bituminous binders BITREK. Enter. 01.12.2013. Moscow: FSUE STANDARTFORM 2014, 13 p.

7. Prokopets V.S., Ivanova T.L. Asphaltic concrete containing mechanically activated rubber chips Patent RF no 2008108049/03, 2009.

8. Duhovny G.S., Sackova A.V., Karpenko D.V., Application of rubber chips in road construction in the framework of import substitution. "Scientific technology and innovation" Proc. of the International Scientific and Practical Conference. BSTU. V.G. Shukhov. Publ., 2016, pp. 79–82.

9. Tyunkov V.V., Bocherova O.A., Voronova Y.V. Ballast prism for high-speed cargo-loaded sections of a seamless railway track. Patent RF, no. 2011114322/11, 2013.

10. Michurin O.A., Fedorov A.V., Khrulev A.V., Shaula Y.I. Method for strengthening the ballast railroad prism. Patent RF, no. 20111117757/11, 2012.

11. Recommendations for the use of bitumen-rubber composite binders for the construction and repair of road surfaces (for advanced applications). Enter. 02.05.2003 change. 01.10.2008. Ministry of Transport of the Russian Federation, State Road Service (Rosavtodor). Moscow, 2003, 20 p.

12. Barabash D.E., Nikitchenko A.A. Optimization of compositions of highly filled reinforced polymer compositions. News of the university. Building, 2006, no. 5, pp. 44–48.

13. Gohman L.M. Regulation of the processes of structurization and the properties of road bitumen additives divinylstyrene thermoplastic elastomers. M., 1974, 277 p.

14. Prokopets V.S. Ivanitsky Y.V. Organic binder based on petroleum tar and activated rubber crumb for strengthening soils. Omsk. Academy, 2005, 88 p.

15. Gohman L.M. Bitumen, polymer-bitumen binders, asphalt concrete, polymer-concrete. M.; "ECONOM-INFORM", 2008, 117 p.

Information about the author

Natalya V. Selitskaya, PhD, Assistant professor.

E-mail: khoruzhaya@front.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Maxim V. Lashin, Postgraduate student.

E-mail: nedostupnbli@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Ivan A. Krasikov, student

E-mail: BannikovBelgorod@yandex.ru

Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in March 2018

Для цитирования:

Селицкая Н.В., Лашин М.В., Красников И.А. Применение битумно-резиновых вяжущих материалов при строительстве автомобильных и железных дорог // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №8. С. 13–18. DOI: 10.12737/article_5b6d58412e2967.35192709

For citation:

Selitskaya N.V., Lashin M.V., Krasnikov I.A. Bitumen-rubber bending materials application in automobile and railways construction. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 8, pp. 13–18. DOI: 10.12737/article_5b6d58412e2967.35192709