

УДК 625.768.6 : 624.144.5

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Шабает С.Н., к.т.н., доцент, заведующий кафедрой  
Иванов С.А., к.т.н., доцент  
Орехов Ф.Ю., студент гр. СДм-201, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В настоящее время для повышения срока службы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог в Российской Федерации активно расширяется система объемно-функционального проектирования асфальтобетонных смесей Superpave (ГОСТ Р 58401.1-2019, ГОСТ Р 58401.2-2019), которая предусматривает использование в качестве связующих битумные вяжущие, отвечающие температурному диапазону эксплуатации и уровню эксплуатационных транспортных нагрузок. Еще в середине 80-х годов прошлого века в СССР отмечали, что именно качество и долговечность нефтяных битумов определяет большинство физико-механических, технологических и эксплуатационных характеристик битумоминеральных смесей может служить основой для повышения срока службы асфальтобетонов [1]. Сначала в США, а затем и в других развитых странах уже достаточно длительное время для получения асфальтобетонных смесей используются битумные вяжущие PG, марки которых назначаются в зависимости от максимальной и минимальной температуры эксплуатации [2]. Положительный опыт применения данных материалов для приготовления асфальтобетонных смесей послужил основой для введения в действие в Российской Федерации сначала ПНСТ 82-2016 и ПНСТ 85-2016, а затем уже ГОСТ Р 58400.1-2019, ГОСТ Р 58400.2-2019. Важно при этом отметить, что в условиях резко континентального климата наиболее приемлемыми марками битумного вяжущего PG являются PG 52-46 и PG 70-40, то есть те, которые попадают под «ПРАВИЛО 92»: если сумма двух температур марки PG больше 92, то требуется битум модифицированный [3]. Следовательно, необходимо в битумы вводить полимерные добавки, которых с одной стороны, достаточно большое множество, а с другой – стоимость самих добавок, а, соответственно, и модифицированного битума достаточно велика. Например, если цена битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 70/100 составляет порядка 15,5 тыс. руб./т, то модифицированного битумного вяжущего марки PG 70-40 уже около 25,5 тыс. руб./т [6]. Производители битумных вяжущих PG в Российской Федерации, ассортимент и цена производимой ими продукции представлены в табл. 1 [4–8].

Таблица 1

Производители битумных вяжущих PG в Российской Федерации

№ п/п	Марки битумных вяжущих	Производитель	Город	Цена, тыс. руб./т
1	PG 70-34	ООО «РуссБитум»	Москва	от 29
2	PG 52-46, PG 58-40, PG 64-34, PG 64-40, PG 70-28, PG 70-34	ООО «Райс Битум»	Уфа	от 19
3	PG 70-22, PG 70-28, PG 70-34, PG 70-40, PG 76-22, PG 76-28, PG 76-34, PG 82-16, PG 82-22	ООО «Роснефть битум»	Москва	от 20
4	PG 70-10, PG 70-16, PG 70-22, PG 70-28, PG 70-34, PG 70-40	ООО «Биотум»	Владимир	от 27
5	PG 70-40	ООО «ДорСнаб»	Омск	25,5

Другой немаловажной проблемой государственного значения является утилизация отходов в виде отработанных автомобильных шин. Если в развитых странах, таких как Германия, США, Франция, Япония доля переработанных шинных отходов от их общего количества составляет до 95 %, то в России наблюдается обратная ситуация [9-11]. Данные отходы, которые в Российской Федерации в большинстве случаев никаким образом не утилизируются, загрязняя окружающую среду, могут использоваться в различных отраслях народного хозяйства, в том числе и для получения резинобитумных вяжущих, смесей и материалов [12].

Безусловно, для того, чтобы рассматривать вариант модификации битумов резиновой крошкой из изношенных автомобильных шин, должны быть предпосылки с точки зрения стабильного обеспечения производства исходными компонентами. Существующие в настоящее время производители резиновой крошки, которые удалены от ОАО «Новокузнецкое ДРСУ» на приемлемом с точки зрения затрат на логистику расстоянии, ассортимент и цена производимой ими продукции представлены в табл. 2 [13-17].

Согласно Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации [18], в ближайшие 10-15 лет приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации следует считать те направления, которые позволят получить научные и научно-технические результаты и создать технологии, являющиеся основой инновационного развития внутреннего рынка продуктов и услуг, устойчивого положения России на внешнем рынке, в том числе обеспечивающие противодействие техногенным угрозам. Создание и постановка на производство битумных вяжущих, модифицированных резиновой крошкой из отработанных автомобильных шин, отвечающих температурному диапазону эксплуатации и уровню эксплуатационных транспортных нагрузок в условиях резко континентального климата

значима для решения задач Стратегии, в том числе создание условий для развития наукоемкого бизнеса.

В соответствии со Стратегией развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года [19] в качестве одного из приоритетных направлений является стимулирование промышленного производства, основанного на принципах использования наилучших доступных технологий, в том числе государственная поддержка производителей строительных материалов, участвующих в утилизации промышленных отходов. Получение резинобитумных вяжущих отвечающих требованиям не только лучших мировых аналогов, но и адаптированных под климатические условия, характерные для России в целом и территорий Сибири и Крайнего севера в частности, внесут значительный вклад в достижение показателей Стратегии, в частности показатели «Инновационная активность», «Использование отходов в промышленности строительных материалов».

Таблица 2

Некоторые производители резиновой крошки в  
Сибирском федеральном округе

№ п/п	Фракция резиновой крошки	Производитель	Город	Цена, руб./т
1	0,1-1,0 мм	ООО «Паритет»	Кемерово	от 15
2	1,0-2,0 мм	ООО «ЭкоТаун»	Белово	от 15
3	0-1,0 мм	ООО «ЦПРК»	Омск	20
4	0,1-1 мм	ООО «ЭкоШина»	Томск, Новосибирск	Договорная

Таким образом на сегодняшний день в Российской Федерации присутствует проблема обеспечения дорожной отрасли высококачественными битумными вяжущими РГ, особенно тех марок, которые пригодны для районов с резко континентальным климатом, стоимость таких вяжущих с учетом дополнительных затрат на доставку достаточно велика, что повышает риски и снижает рентабельность дорожно-строительных организаций.

В соответствии с ГОСТ Р 58400.1-2019 под битумным вяжущим подразумевается материал, который производится из продуктов переработки нефти с добавлением при необходимости органических модифицирующих добавок. В резинобитумном вяжущем в качестве органической модифицирующей добавки выступает резиновая крошка из изношенных автомобильных шин. Битумные вяжущие предназначены для получения на основе их асфальтобетонных смесей, отвечающих требованиям ГОСТ Р 58401.1-2019, ГОСТ Р 58401.2-2019, а также ГОСТ Р 58406.1-2020, ГОСТ Р 58406.2-2020, ГОСТ Р 54401-2020.

Разработанные рекомендации по строительству асфальтобетонных покрытий с применением дробленой резины, предусматривали, что резиновая крошка может вводиться как в битум («мокрый» метод), так и непосред-

ственно в асфальтобетонную смесь («сухой» метод), при этом оптимальное содержание резиновой крошки в дорожном битуме составляло 5-7% по массе.

«Сухой» метод не нашел широкого применение в производстве асфальтобетонов в качестве мелкого заполнителя смеси, где проблемы возможного разуплотнения и выкрашивания резины не решились должным образом.

На данный момент в России функционируют три основных поставщика модификаторов на основе резины, применяемой в дорожном строительстве: БИТРЭК, КМА и Унирем. БИТРЭК поставляет готовое резинобитумное вяжущее. Комплексный модификатор асфальтобетона "КМА" - это система компонентов в виде сыпучего порошка предназначенный для ввода в смеситель на асфальтобетонном заводе, в процентном соотношении от 0,3 до 3,0% от массы минеральной части. Модификатор асфальтобетонов «Унирем» представляет собой сыпучий композиционный материал на основе активного порошка дискретно девулканизованной резины, получаемой из отработанных автопокрышек отечественного производства методом высокотемпературного сдвигового измельчения.

Собственными силами, в ФГБОУ ВО Кузбасском государственном техническом университете имени Т.Ф. Горбачева были проведены исследования по получению битума, модифицированным резиновой крошкой при двухстадийном технологическом процессе. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнение продукции по основным показателям

Технико-экономические показатели (наименование и единицы измерения)	Наименование аналогов инновационной продукции				Наименование инновационной продукции: Битумо-резиновый композит	В чем проявляются новые качества продукта по сравнению с аналогами
	Полимерно-битумное вяжущее ПБВ-90 (ООО НПП «Уфакровля», г. Уфа)	Резино-битумное вяжущее УНИРЕМ (ООО ВНИК г. Москва)	Резино-битумное вяжущее БРК-ИГУ (Иркутский государственный университет, г. Иркутск)	Резино-битумное вяжущее «БИТРЭК» (НПГ «ИНФО-ТЕХ», г. Москва)		
Температура хрупкости, °С	-25 (-)	-25 (-)	-31 (-)	-24 (-)	-35 (+)	Асфальтобетонные покрытия будут обладать большей трещиностойкостью
Сцепление с каменным материалом, балл	3 (-)	3 (-)	4 (+)	3 (+)	4 (+)	Отсутствие необходимости введения в битум адгезионных добавок, что снижает его стоимость

Продолжение таблицы 3

Вязкость продукта, усл. ед.	5 (+)	5 (+)	4 (-)	3 (-)	5 (+)	Вязкость сопоставима с вязкостью битумов, что позволяет работать на любом оборудовании
Улучшение экологической обстановки	нет (-)	нет (-)	да (+)	да (+)	да (+)	Утилизация 100 % отработанных шин
Возможность получения вяжущего на месте	нет (-)	нет (-)	нет (-)	нет (-)	да (+)	Нет необходимости приобретения вяжущего или его компонентов в другом регионе страны
Температура размягчения по «кольцу и шару», °С	51 (-)	56 (-)	65 (+)	65 (+)	57 (-)	Асфальтобетонные покрытия будут обладать большей стойкостью к колееобразованию
Цена за тонну, руб. с учетом НДС и стоимости доставки	32500 (-)	28000 (-)	26000 (+)	25000 (-)	21000 (+)	Цена сопоставима со стоимостью битума (стоимость битума около 20000 рублей)

Инновационный продукт ориентирован на дорожно-строительную отрасль. Продукт может применяться в качестве вяжущего при приготовлении асфальтобетонной смеси, применяемой для устройства покрытий автомобильных дорог, устройства подгрунтовки и получения герметиков для ремонта покрытий дорог, а также кровельного материала.

Уникальность продукта заключается в том, что потребитель получает вяжущее нового поколения со значительно улучшенными физико-химическими (механическими) показателями, при этом по стоимости сопоставимой со стоимостью битума. Инновационный продукт предупреждает появление наплывов и сдвигов покрытия, придает высокую стойкость к циклическим деформациям, увеличивает прочность покрытий в 10 раз при эксплуатации в условиях отрицательных температур, что является крайне важным качеством для России.

### Список литературы:

1. Бегункова Н.И. Исследование применения отходов производства полимеров в качестве улучшающих добавок в асфальтобетоне // Тр. Гос. все-союз. дор. НИИ. - 1977. - Вып. 99. - С.102-109.
2. fhwa.dot.gov [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [https://www.fhwa.dot.gov/pavement/materials/hmec/pubs/module\\_f/lab\\_manual\\_asphalt.pdf](https://www.fhwa.dot.gov/pavement/materials/hmec/pubs/module_f/lab_manual_asphalt.pdf). - Дата доступа: 24.11.2021.
3. Страхова, Н. А., Исраилова З. С. Совершенствование нормативной базы в области дорожных битумов // Международный журнал гуманитарный и естественных наук. - 2015. - № 5-1. - С. 234-238.

4. Торгово-транспортная компания "ДорСнаб" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dorcnaab.tiu.ru/p75706732-bitumnoe-vyazhuschee-7040.html>. – Дата доступа: 12.10.2021.
5. ООО "РуссБитум" официальный дистрибьютор ООО "РН-Битум" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://russbitum.com>. – Дата доступа: 12.10.2021.
6. Райс Битум - Битумные Материалы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://agrovektor.ru/physical\\_product/573444-bitum-pg-52-46-pg-58-40-pg-64-34-pg-64-40-pg-70-28-pg-70-34-po-pnst-85-2016.html](https://agrovektor.ru/physical_product/573444-bitum-pg-52-46-pg-58-40-pg-64-34-pg-64-40-pg-70-28-pg-70-34-po-pnst-85-2016.html). – Дата доступа: 12.10.2021.
7. «РОСНЕФТЬ БИТУМ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosneft-bitumen.ru>. – Дата доступа: 12.10.2021.
8. BIOTUM SMART TECHNOLOGIES [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biotum.ru>. – Дата доступа: 12.10.2021.
9. Roberts FL, Kandhal PS, Brown ER, Dunning RL. Investigation and evaluation of ground tyre rubber in hot-mix asphalt. Alabama, USA: NCAT Auburn University; 1989.
10. Memon N. Characterisation of conventional and chemically dispersed crumb rubber modified bitumen and mixtures. University of Nottingham. Nottingham, UK: s.n. PhD thesis; 2011.
11. Вторичное использование и переработка изношенных шин [Электронный ресурс] // <http://www.recyclers.ru>. Режим доступа: <http://www.recyclers.ru/modules/section/item.php?itemid=101>.
12. Аюпов Д.А., Потапова Л.И., Мурафа А.В., Фахрутдинова В.Х., Хакимулин Ю.Н., Хозин В.Г. Современные способы регенерации резин и возможности использования их в строительной отрасли // Строительные материалы. 2011. № 5. С. 260.
13. Производство резиновой крошки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://util42.ru>. – Дата доступа: 15.10.2021.
14. Завод по переработке шин в резиновую крошку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kemprom.ru/page3074104.html>. – Дата доступа: 15.10.2021.
15. ЦЕНТР ПРОДАЖ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rcrumb.ru/#>. – Дата доступа: 15.10.2021.
16. ЭкоШина-Томск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekoshina.su/produktsiya/rezinovaya-kroshka/20/>. – Дата доступа: 15.10.2021.
17. ЭкоШина-Новосибирск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekoshinansk.ru/rezinovaya-kroshka/>. – Дата доступа: 15.10.2021.
18. Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
19. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 10 мая 2016 г. № 868-р «Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года».