



# Повышение трещиностойкости асфальтобетонных покрытий



Георгий ДУХОВНЫЙ  
Georgiy S. DUHOVNY

Алиса САЧКОВА  
Alisa V. SACHKOVA



*Духовный Георгий Самуилович – кандидат технических наук, профессор кафедры «Автомобильные и железные дороги» Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова.*

*Сачкова Алиса Вадимовна – инженер БГТУ им. В. Г. Шухова.*

**В статье представлены данные по трещиностойкости резинобитумного вяжущего компонента автодорожных покрытий. Предложен метод исследования характера деформаций вяжущих свойств при отрицательных температурах и разных скоростях восстановления потерянных качеств. Приведены результаты применения «сухого» и «мокрого» способов для исходного и модифицированного битумных компонентов. Показано, что введение резиновой крошки «сухим способом» не гарантирует стабильности свойств асфальтобетонного покрытия в период эксплуатации. В то же время наличие такой крошки в составе резинобитумного вяжущего компонента дает возможность заметно повысить трещиностойкость асфальтобетонного покрытия.**

*Ключевые слова:* автомобильная дорога, асфальтобетонное покрытие, резинобитумное вяжущее, трещиностойкость, жесткость, деформация, сравнительные испытания.

Одним из актуальных направлений исследований в области дорожного строительства остаются сегодня методы повышения температурной устойчивости асфальтобетонных покрытий. Изучение свойств материалов идет в широком диапазоне эксплуатационных температур, причем акцент делается на применение асфальтобетонной смеси с использованием полимербитумного вяжущего компонента. Проблема же в том, что получившие наибольшее распространение полимеры типа стирол-бутадиен-стирол (СБС) – такие, как ДСТ-30-01, Kraton, Lupren LG, значительно повышают затраты на строительство автомобильных дорог. Именно по этой причине в последнее время возобновились исследования, задача которых найти возможность использовать отходы шинной промышленности в качестве модификатора для асфальтобетона и тем самым удешевить его производство, не теряя качественных характеристик покрытия.

Публикуемая статья рассматривает вопросы повышения трещиностойкости асфальтобетонов как раз с использованием отходов шинной промышленности. В роли

Таблица 1

Наименование материала	Время отбора вырубок	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водонасыщение, % по объему	Место отбора проб
ЩМА-15, с использованием модификатора асфальтобетона Унирем	Строительство	2,28	3,7	По полосе наката
	Спустя год после строительства	2,3	5,03	на расстоянии 1,0 м от бордюра
	Спустя год после строительства	2,25	6,16	по полосе наката

модификатора выступает порошок дисперсно девулканизированной резины «Унирем», поскольку способ получения из такого материала резиновой крошки предусматривает высокотемпературное сдвиговое измельчение, приводящее к фрагментарной девулканизации, и является наиболее прогрессивным. Процессы девулканизации протекают с частичным разрывом серных связей в каучуке при высокотемпературном перемешивании битума с резиновой крошкой.

Однако применение подобных технологий отличается неполнотой. Несмотря на то что методические рекомендации по строительству асфальтобетонных смесей с применением дробленой резины, разработанные СоюздорНИИ в 1985 году, имели в виду два варианта введения резиновой крошки в асфальтобетонную смесь – «сухой способ» (введение непосредственно в минеральную часть) и «мокрый способ» (приготовление резинобитумного вяжущего), до настоящего времени для приготовления смесей из резиновой крошки, полученной измельчением автомобильных шин, промышленными технологиями преимущественно используется только «сухой способ».

По нашему мнению, данный способ не обеспечивает стабильность свойств асфальтобетона в период его эксплуатации по следующим причинам:

1) Сохраняется очевидное различие химического состава резины шин, а значит, в дальнейшем и свойств резиновой крошки, так как в «общем котле» совершается одновременное измельчение шин множества разных марок и производителей.

2) Используемая технология создает дополнительное повышение жесткости резинового порошка, вводимого в смесь непосредственно на нагретый каменный материал за счет дополнительной высокотемпературной вулканизации (обратной

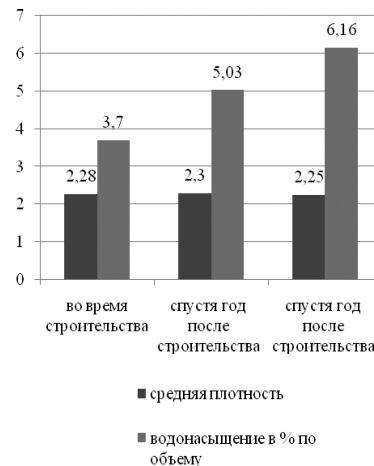


Рис. 1. График изменения водонасыщения образцов.

«сшивки» серных связей).

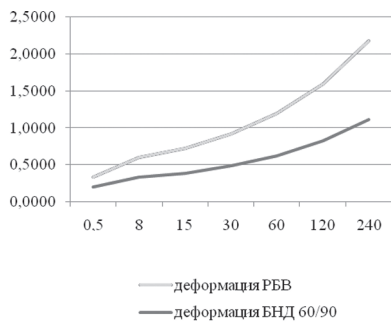
3) С обязательностью и регулярностью проявляют себя при эксплуатации дорог процессы выкрашивания и разуплотнения смеси за счет демпферных свойств вулканизированной резиновой крошки, о чем свидетельствуют данные натурных обследований участков построенных покрытий и рост показателей водонасыщения асфальтобетона (таблица 1).

На основании представленных результатов построен график изменения водонасыщения образцов асфальтобетонных покрытий с использованием резиновой крошки (рис. 1).

Нами была исследована «мокрая» технология введения резинобитумного вяжущего компонента на основе «Унирем» при приготовлении асфальтобетонной смеси.

Технология, разработанная авторами, позволяет получить полимербитумные вяжущие (ПБВ), соответствующие марке ПБВ 40, за исключением показателей ductility и эластичности, что закономерно и объясняется гетерогенностью системного сочетания резиновая крошка–битум. По этой же причине показатель температуры хрупкости, определяемый по методам ГОСТ, для рассматриваемой системы





**Рис. 2. График деформаций РБВ и исходного битума при температуре  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ .**

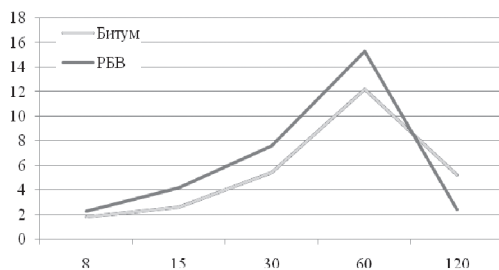
**Таблица 2**

Время нагружения, секунд	Величина деформации, мм	
	Битум	РБВ
8	1,8	2,3
15	2,6	4,2
30	5,4	7,6
60	12,2	15,3
120	5,2	2,4

не является вполне корректным и достаточно объективным.

Для оценки низкотемпературных свойств резинобитумного вяжущего используются типовые испытания, предусматриваемые по стандарту AASHTO TP1, входящего в перечень технических условий «Supergrave».

Испытание вяжущего при определении его низкотемпературной трещиностойкости проводилось на «реометре для испытания балочки на изгиб» (BBR). Проверка свойств позволила измерить жесткость при ползучести (постоянной температуре). Значение принятой температуры испытания зависит от наиболее низких ее величин при эксплуатации покрытия в каждом отдельно взятом регионе страны. Путем приложения посто-



**Рис. 3. Графики деформаций и восстановления РБВ и исходного битума БНД 60/90.**

янной нагрузки к битумной балочке и измерения прогиба в центре вычислена жесткость при ползучести и величина ползучести. Нагрузка, при которой она фиксируется, адекватно моделирует температурные напряжения, постепенно накапливающиеся и проявляющие себя в покрытии при понижении температурного режима.

На рис. 2 представлены графики, отражающие величину деформации (по оси ординат, мм) с течением времени (по оси абсцисс, с) при температуре  $-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , характерной для Белгородского региона (согласно вычислениям по методике «Supergrave»).

Величины деформаций (рис. 2) отличаются у РБВ и БНД 60/90 соответственно на 49% и 51%. Это свидетельствует о том, что при низких (отрицательных) температурах резинобитумное вяжущее вещество обладает меньшей жесткостью, чем немодифицированный битум, поскольку жесткость может быть использована для оценки разрушения и прочностных свойств вяжущих, что говорит о повышенной деформативности, а значит, и повышенной трещиностойкости асфальтобетона.

Данное исследование показывает поведение вяжущих компонентов при приложении постоянной нагрузки, однако процесс восстановления балочки вяжущего после снятия нагрузки датчики не фиксируют, поэтому была организована дополнительная проверка и смоделирован (апробирован) опыт на приборах «Supergrave», но с фиксацией деформаций после прекращения нагрузки и восстановления балочки вяжущих. Нагрузка постоянна в течение 60 с, затем она снимается и последующее восстановление длится тоже 60 с. Исследования проводились при температуре  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$  (это соответствует режиму хрупкости исходного битума). Сведения о деформациях и отражающие их графики представлены в таблице 2 и на рис. 3.

Выявлено, что доля пластической деформации для балочки БНД 60/90 составляет 43% от максимальной деформации, для РБВ — 16%, что в 2,7 раза меньше, чем остаточная деформация немодифицированного битума. Кроме того, кривая восстановления РБВ имеет более острый угол наклона, что свидетельствует о большей

скорости воспроизводства ранее потерянных функциональных свойств.

## ВЫВОДЫ

1) Введение резиновой крошки «сухим способом» не гарантирует стабильности свойств асфальтобетонного покрытия в период эксплуатации.

2) В то же время введение резиновой крошки в асфальтобетонную смесь в составе резинобитумного вяжущего компонента дает возможность заметно повысить трещиностойкость асфальтобетонного покрытия.

3) Замена традиционно используемых полимеров для приготовления резинобитумного вяжущего на резиновую крошку «Унирем» позволяет значительно снизить общую стоимость строительства асфальтобетонного покрытия автомобильных дорог.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Никольский В. Г., Красоткина И. А. Модификатор нового поколения // Автомобильные дороги. – 2010. – № 9. – С. 37–40.

2. Худякова Т. С., Шаповалова Н. В., Колеров Л. В., Попов С. М.. Резиновая крошка в деле. Влияние комплексного модификатора «КМА» на физико-механические свойства дорожного битума // Автомобильные дороги. – 2010. – № 7. – С. 17–21.

3. Никольский В. Г., Красоткина И. А. «Унирем» и другие модификаторы // Автомобильные дороги. – 2010. – № 10. – С. 34–35.

4. Никольский В. Г., Красоткина И. А. Старые покрышки в современном дорожном строительстве // Строительная орбита. – 2010. – № 1. – С. 27–29.

5. Карпенко А. В., Духовный Г. С., Мирошниченко С. И. Резинобитумные вяжущие, основные показатели и перспективы использования // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2012. – № 1. – С. 22–24.

6. Радовский Б. С. Хрупкость битума определяет прибор // Автомобильные дороги. – 2012 – № 1. – С. 60–61. ●

## CRACK GROWTH RESISTANCE OF BITUMINOUS CONCRETE PAVEMENT

**Duhovny, Georgy S.** – Ph. D. (Tech), professor at the department of motor roads and railways of V. Shuhov Belgorod State Technological University, Belgorod, Russia.

**Sachkova, Alisa V.** – engineer of V. Shuhov Belgorod State Technological University, Belgorod, Russia.

*The methods used to increase temperature resistance of bituminous concrete pavement are in the focus of researches in the sphere of road engineering which study first of all the bituminous concrete mixtures with polymer modified cementing bitumen. But the most common polymers of styrene-butadiene-styrene type, like DST-30-01, Kraton, Lupren LG, considerably increase costs of highways construction. That's why the researchers have restarted study on possible use of the waist of tyre manufacturing as modifier.*

*The study refers to the powder of discretely devulcanized rubber which serves as modifier under the name of Unirem.*

*The authors' technology permits to manufacture polymer astringent bitumen.*

*Evaluation of low temperature properties of such material were conducted during typical testing*

*according to AASHTO TP1 standard that figures on the list of specifications «Superpave».*

*The tests revealed the data on crack resistance of rubber-bitumen cementing component of highways. A new method of analysis of deformation of cementing properties under low temperature and varied speed of reconstruction of lost properties is proposed. The results of "dry" and "wet" modes for the initial and modified bitumen components are compared.*

*Bringing in of rubber granules by "dry" mode doesn't ensure stability of the properties of bituminous concrete pavement. While the introduction of the rubber granules into bitumen and concrete mixture together with rubber-bitumen cementing component positively affects crack growth resistance and reduces the total costs of highway construction.*

**Key words:** highway, bitumen concrete pavement, rubber cementing bitumen, crack growth resistance, hardness, deformation, comparative tests.

## REFERENCES

1. Nickolsky, V.G., Krasotkina, I.A. Modifier of a New Generation [*Modifikator novogo pokoleniya*]. *Avtomobilnye dorogi* [Highways], 2010, No 9, pp. 37–40.

2. Hudiakova, T.S., Shapovalova, N.V., Kolerov, L.V., Popov, S.M. Rubber Granules at work. Impact of complex modifier "KMA" on physics and chemical features of bitumen [*Rezinovaya kroshka v dele. Vliyaniye kompleksnogo modifikatora KMA na fiziko-mekhanicheskie svoystva dorozhnogo bituma*]. *Avtomobilnye dorogi* [Highways], 2010, Vol.944, No.7, pp.17–21.

3. Nickolsky, V.G., Krasotkina, I.A. UNIREM and other Modifiers [*Unirem i drugie modifikatory*]. *Avtomobilnye dorogi* [Highways], 2010, No.10, pp.34–35.

4. Nickolsky, V.G., Krasotkina, I.A. Old Tyre casing in Modern Road Construction [*Starye pokrishki v sovremenom dorozhnom stroitelstve*]. *Stroitel'naya orbita*, 2010, No.1, pp.27–29.

5. Karpenko, A.V., Duhovny, G.S., Miroshnicenko, S.I. Rubber-bitumen Bonding Agents; Features and Future Use [*Rezinobitumnye viazhushchie: osnovnye pokazateli i perspektivy ispolzovaniya*]. *Vestnik [Bulletin] of Belgorod V.G.Shuhov State Technical University*, 2012, No.1, pp. 22–24.

6. Radovsky, B.S. The Device determines Fragility of Bitumen [*Hrupkost' bituma opredeliaet pribor*]. *Avtomobilnye dorogi* [Highways], 2012, No.1, pp.60–61.

Координаты авторов (contact information): Духовный Г. С. (Duhovny, Georgy S.) – (4722) 230534, Сачкова А. В. (Sachkova, Alisa V.) – karpenko-alisa@mail.ru.  
Статья поступила в редакцию / received 13.09.2012  
Принята к публикации / accepted 15.11.2012

