



## НОВАЯ РОЛЬ ПРОПИТОК

**Н.Н. Беляев**, к.т.н.  
(начальник отдела НТС АО «Институт «Стройпроект»,  
г. Санкт-Петербург),

**Н.И. Паневин**, к.т.н.  
(директор ООО «Автодорис», г. Воронеж)

*В настоящее время в средней полосе России и в более северных регионах износ материала дорожного покрытия шипованными и нешипованными шинами – одна из основных причин нарушения поперечной ровности (образования колеи) на автомагистралях.*

Эти дороги характеризуются высокой интенсивностью движения не только грузовых, но и легковых автомобилей (на которых в нашей стране наиболее широко применяются зимой шипованные шины [1]).

В свою очередь развитие глубокой колеи является одной из основных причин, сокращающих фактический срок службы дорожных покрытий на автомагистралях и автомобильных дорогах высших технических категорий по сравнению с нормативными требованиями.

Этим обусловлена высокая актуальность разработки и широкого приме-

нения мер, направленных на повышение износостойкости материалов дорожных покрытий для высоконагруженных дорог. В первую очередь это относится к наиболее распространенному у нас материалу – асфальтобетону. Многолетний зарубежный и российский опыт борьбы с колеями износа указывает на три основных направления повышения износостойкости асфальтобетонов (в порядке убывания их эффективности):

1. Применение для производства асфальтобетона особо износостойких щебней. К сожалению, действующая в РФ методика тестирования на марку

по истираемости щебня в полочном барабане [2] не позволяет адекватно оценить устойчивость щебня к износу шипованными шинами. Поэтому в странах Северной Европы для этих целей используют специальную методику «Нордик тест» [3]. Применение износостойкого щебня является сегодня наиболее эффективным методом повышения износостойкости асфальтобетона. Однако месторождения горной породы для производства такого щебня встречаются достаточно редко. Например, в Финляндии только 15% тестируемых горных пород удовлетворяют высоким требовани-

ям по износостойкости. Естественно, что и стоимость такого щебня выше, чем у обычного стандартного щебня. Соответственно, повышается и стоимость износостойкого асфальтобетона.

2. Применение в составе асфальтобетона высококачественных органических вяжущих, обладающих, кроме всего прочего, высокой эластичностью при низких температурах. Сегодня этим условиям удовлетворяют только модифицированные нефтяные битумы (полимерно-битумное вяжущее и тому подобное). За высокое качество приходится платить, поэтому такие вяжущие примерно на 30–50% дороже обычных нефтяных дорожных битумов. А если учесть, что наибольший эффект повышения износостойкости асфальтобетона достигается в том случае, когда содержание вяжущего приближается к верхней границе рекомендуемого стандартом интервала, то повышенные износостойкости асфальтобетона этим способом также сопряжено с увеличением себестоимости асфальтобетонной смеси. Однако преимуществом этого пути является то, что достаточно активно развивающаяся в РФ производственная база по выпуску модифицированных битумов позволяет обеспечить любые потребности дорожного хозяйства нашей страны в производстве износостойких асфальтобетонов практически в любом регионе.

3. Повышение в составе асфальтобетонной смеси содержания щебня и увеличение наибольшей его крупности. Причем за счет этого определенный эффект повышения износостойкости асфальтобетона может быть достигнут даже на стандартном и доступном для потребителей щебне. Но и этот путь сопряжен для производителя асфальтобетонной смеси с некоторым увеличением ее себестоимости.

В итоге совместное применение всех трех методов (при включении в стандарты обязательного тестирования асфальтобетонов на износостойкость и установлении адекватных



Фото 1. Образцы для испытания на износ шипами по методике АШМ, покрытые пропиточным составом ASP со всех сторон

российским условиям технических требований к этому показателю) может обеспечить повышение износостойкости асфальтобетона в 2–3 раза. Однако, отметим еще раз, это потребует некоторого удорожания асфальтобетонных смесей, предназначенных для верхних слоев дорожных покрытий на автомагистралях и автомобильных дорогах высших технических категорий.

Таким образом, пути повышения износостойкости вновь изготавливаемых асфальтобетонных смесей для вновь строящихся (реконструируемых или ремонтируемых) участков автомобильных дорог в целом известны. Надо просто начинать, наконец, двигаться этими путями.

А что делать с уже построенными асфальтобетонными покрытиями на эксплуатируемых автомобильных дорогах? Оставить их на произвол судьбы и износ шипами? Но ведь существующих автомобильных дорог в десятки (если не в сотни) раз больше, чем вновь строящихся! И если не попытаться уменьшить износ на уже существующих асфальтобетонных покрытиях, то экономический ущерб дорожному хозяйству может составить многие миллиарды и даже десятки миллиардов рублей.

По мнению авторов, для целей уменьшения износа асфальтобетона технически эффективным и экономически оправданным способом может являться применение обработки асфальтобетонных покрытий различными пропиточными соста-



Фото 2. Образцы для испытания на истираемость резиновыми шинами на круге ЛКИ-3, обработанные пропиткой ASP с торцевой стороны



Фото 3. Общий вид образцов (пропитка ASP) после испытания на износ в шаровой мельнице



Фото 4. Общий вид образцов, обработанных пропиткой ASP, после испытания на истираемость на круге ЛКИ-3

вами. Такого рода пропитки уже несколько лет применяются при содержании асфальтобетонных покрытий. Дорожный пропиточный материал – пропиточный состав, предназначенный для нанесения

Таблица 1. Результаты определения показателей износа

Характеристика образцов асфальтобетона	Показатель износа шипованными шинами $A_{шм}$ , %	Показатель истираемости нешипованными шинами $I_{ст}$ , г/см <sup>2</sup>
1. Без пропитки	28,45	0,99
2. С пропиткой «Дорсан»	20,22	0,73
3. С пропиткой ASP	22,54	0,66

на поверхность асфальтобетонного покрытия, проникающий внутрь покрытия и служащий для улучшения свойств органического вяжущего и/или защиты покрытия от воздействия внешних факторов.

Комбинированные пропиточные составы защищают асфальтобетонное покрытие от внешних воздействий и, проникая в него на 5–10 мм, улучшают в этой зоне эксплуатационные свойства старых асфальтобетонных покрытий (в частности, повышают растяжимость «состарившегося» битума). Между растяжимостью и эластичностью битума нет линейной связи. Тем не менее более растяжимые битумы при прочих равных условиях более эластичны. А это один из существенных факторов, влияющих на износостойкость асфальтобетона. В комплексе с уменьшением воздействия внешних факторов это позволяет обеспечить заметное повышение износостойкости асфальтобетонного покрытия. Причем не только находящегося в эксплуатации, но и при новом строительстве (в дополнение к ранее рассмотренным трем способам повышения износостойкости асфальтобетонной смеси).

ООО «Автодорис» в соответствии с планом научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ Федерального дорожного агентства на 2014–2016 годы в рамках реализации подпрограммы «Автомобильные дороги» федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010–2020 годы)» по заказу Федерального дорожного агентства провело исследования по теме «Разработка ОДМ «Рекомендации по применению пропиточных матери-

алов для повышения долговечности асфальтобетонных покрытий».

При выполнении данной работы в АО «Институт «Стройпроект» были проведены специальные экспериментальные исследования износостойкости образцов асфальтобетона, обработанных двумя комбинированными пропиточными составами: отечественным материалом «Дорсан» по СТО 99907291-005-2015 и материалом ASP производства Chem-CreteEurope, s.r.o. (Словакия).

В ходе исследования испытаниям подвергались предоставленные ООО «Автодорис» лабораторные образцы мелкозернистого горячего плотного асфальтобетона, тип А М1 по ГОСТ 9128, на щебне гранитном М1400, И1, фр. 5–20, и битуме БНД 60/90 с адгезионной добавкой. С целью оценки влияния пропитки все предоставленные образцы случайным образом были разделены на три равные партии: 1-я партия – контрольная, без пропитки, 2-я партия – экспериментальная с пропиткой «Дорсан» с расходом 0,8 кг/м<sup>2</sup>, 3-я партия – экспериментальная с пропиткой ASP с расходом 0,4 кг/м<sup>2</sup>.

В рамках данной работы выполнена экспериментальная (лабораторная) оценка образцов асфальтобетона из каждой партии на устойчивость к износу шипованными шинами и на устойчивость к истиранию резиновыми (нешипованными) шинами. Оценка устойчивости к износу шипованными шинами проведена по методике асфальтовой шаровой мельницы (АШМ), разработанной в АО «Институт «Стройпроект» в рамках НИР, выполненной по заданию ФДА Минтранса РФ [4]. Оценка устойчи-

вости к истиранию резиновыми шинами выполнена на круге истирания ЛКИ-3 по методике ГОСТ 13087-81 [5], которая с учетом имеющихся рекомендаций [6] адаптирована в АО «Институт «Стройпроект» к испытаниям асфальтобетона.

В качестве примера на фото 1 и 2 представлены образцы с пропиткой ASP, подготовленные для испытания. Соответственно, на фото 3 и 4 представлен общий вид образцов после испытания.

В ходе лабораторных исследований установлено, что устойчивость образцов асфальтобетона с пропиткой к износу шипованными шинами (износостойкость) по показателю  $A_{шм}$  превышает износостойкость непропитанных образцов на 21–29%. Устойчивость образцов асфальтобетона с пропиткой к истиранию нешипованными шинами (истираемость) по показателю истираемости  $I_{ст}$  превышает устойчивость к истиранию непропитанных образцов на 26–33%. Техническая эффективность исследованных пропиточных материалов по увеличению лабораторных показателей устойчивости асфальтобетона к износу и истиранию оказалась практически одинаковой. Результаты соответствующих лабораторных испытаний представлены в табл. 1.

На основании полученных результатов лабораторных испытаний по методике, разработанной в АО «Институт «Стройпроект», выполнена прогнозная оценка глубины колеи, которая может образоваться в асфальтобетонном покрытии автомобильной дороги в результате износа шипованными шинами и истирания нешипованными шинами автомобилей. Методика разработана на основе сопоставления результатов лабораторных испытаний образцов асфальтобетонов с данными многолетнего мониторинга интенсивности движения и развития колеи износа в дорожных покрытиях из тех же асфальтобетонов на более чем 20 опытных участках эксплуатируемых автомобильных дорог. В качестве

Таблица 2. Результаты расчетов образования колеи износа

Параметр	Значения параметра по полосам движения в одном направлении			
	4-я (крайняя левая) полоса движения	3-я полоса движения	2-я полоса движения	1-я (крайняя правая) полоса движения
1. Интенсивность движения грузовых автомобилей в первый год эксплуатации, авт./сут.	300	600	3300	1800
2. Интенсивность движения легковых автомобилей в первый год эксплуатации, авт./сут.	5100	6000	1700	1200
3. Общая интенсивность движения в первый год эксплуатации, авт./сут.	5400	6600	5000	3000
4. Доля легковых автомобилей, использующих зимой шипованные шины, доля, ед.	0,65	0,65	0,65	0,65
5. Средняя скорость движения зимой легковых автомобилей, км/час	110	99	88	76
5. Максимальная глубина колеи износа, образующейся в результате износа асфальтобетона шипованными шинами и истирания нешипованными шинами за срок службы дорожного покрытия 6 лет, без пропитки асфальтобетона, мм	13,9	15,6	11,0	5,6
6. Максимальная глубина колеи износа, образующейся в результате износа асфальтобетона шипованными шинами и истирания нешипованными шинами за срок службы дорожного покрытия 6 лет, с пропиткой асфальтобетона материалом «Дорсан», мм	10,9	11,8	7,5	4,2
7. Максимальная глубина колеи износа, образующейся в результате износа асфальтобетона шипованными шинами и истирания нешипованными шинами за срок службы дорожного покрытия 6 лет, с пропиткой асфальтобетона материалом ASP, мм	10,7	11,6	6,8	3,7

примера для расчета глубины колеи износа приняты следующие типичные для средней полосы России исходные данные:

– район расположения участка дороги – Тульская область, III дорожно-климатическая зона, на расстоянии 40 км от Тулы (в зоне тяготения

крупного города). Географическая широта – 54°;

– характеристика дороги – категория IB, 4 полосы движения в одном направлении. Разрешенная скорость движения легковых и легких грузовых автомобилей  $V_{разр} = 110$  км/час (п. 10.3 ПДД). Прямой и горизон-

тальный участок на земляном полотне без пересечений в одном уровне, без съездов и въездов. Тип применяемого противогололедного материала – хлористый кальций;

– средняя суточная интенсивность движения в первый год эксплуатации – 40 000 авт./сут.;

– показатель ежегодного увеличения интенсивности движения (общий для всех категорий автомобилей) составляет  $q = 1,05$ .

Результаты прогнозных расчетов на образование колеи износа за 6 лет эксплуатации для различных эксплуатационных условий представлены в табл. 2.

Таким образом, в рассмотренных эксплуатационных условиях, характерных для средней полосы России, средний ежегодный прирост глубины колеи в дорожном покрытии из стандартного асфальтобетона, образующейся в результате износа шипованными шинами и истирания нешипованными шинами, может быть принят (из расчета на интенсивность в 1000 автомобилей в сутки на рассматриваемой полосе движения) равным 0,35 мм/1000 автомобилей в сутки для случая смешанного легкового и грузового транспортного потока (двухполосные автомобильные дороги IV–II категории и правые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории) и равным 0,4 мм/1000 автомобилей в сутки для случая транспортного потока с преобладанием легкового движения (левые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории).

При этом для рассмотренных исходных данных пропитка стандартного асфальтобетона составами типа «Дорсан» или ASP может уменьшать глубину колеи, образующейся в результате износа дорожного покрытия шипованными шинами и истирания дорожного покрытия нешипованными шинами, в 1,33–1,62 (в среднем в 1,5) раза в условиях смешанного грузового и легкового движения (двухполосные автомобильные дороги IV–II категории и правые по-



лосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории) и в 1,28–1,34 (в среднем в 1,3) раза в условиях транспортного потока с преобладанием легкового движения (левые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории).

Расчет экономического эффекта за счет уменьшения износа асфальтобетона при использовании пропиточных составов выполнен с использованием программного комплекса Effect v.1.03, являющегося дополнением к действующему ОДМ «Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса» [7]. Результаты расчета на примере двухполосной дороги II технической категории с интенсивностью 6000 автомобилей в сутки показали, что чистый дисконтированный доход за период 12 лет вследствие уменьшения величины износа асфальтобетонного покрытия может составить около 7,9 млн руб. на 1 км дороги (в ценах 2015 года). Или не менее 0,3 млн руб. в год на 1 км автомобильной дороги с асфальтобетонным покрытием в од-

нополосном исчислении в природно-климатических условиях средней полосы России.

#### Выводы

1. В условиях средней полосы России средний ежегодный прирост глубины колеи износа в асфальтобетонном покрытии может быть принят (из расчета на интенсивность в 1000 автомобилей в сутки на рассматриваемой полосе движения) равным 0,35 мм/1000 автомобилей в сутки для случая смешанного легкового и грузового транспортного потока (двухполосные автомобильные дороги IV–II категории и правые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории) и равным 0,4 мм/1000 автомобилей в сутки для случая транспортного потока с преобладанием легкового движения (левые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории).

2. Для рассмотренных исходных данных пропитка стандартного асфальтобетона составами типа «Дорсан» или ASP может уменьшать глубину колеи износа в среднем в 1,5 раза в условиях смешанного грузового и легкового движения (двухпо-

лосные автомобильные дороги IV–II категории и правые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории) и в среднем в 1,3 раза в условиях транспортного потока с преобладанием легкового движения (левые полосы движения на многополосных автомобильных дорогах I категории).

3. Экономический эффект от снижения износа асфальтобетонного покрытия в результате его пропитки специальными составами типа «Дорсан» или ASP может составлять 0,3 млн руб. в год в расчете на 1 км каждой полосы движения автомобильной дороги. ◻

#### Литература

1. Беляев Н. Н. Под прицелом – шипованные шины // Автомобильные дороги. – 2014. – № 5. – С. 58–61.
2. ГОСТ 8269-87. Щебень из природного камня, гравий и щебень из гравия для строительных работ. Методы испытаний.
3. EN 1097-9: 1998 – Tests for mechanical and physical properties of aggregates. Part 9: Determination of the resistance to wear by abrasion from studded tyres. Nordictest.
4. Пат. 2465389 РФ. Способ оценки устойчивости образцов асфальтобетона к износу шипованными шинами и комплект оборудования для его осуществления (приоритет изобретения 01.12.2010) / Беляев Н. Н., Петушенко В. П., Никольский Ю. Е.
5. ГОСТ 13087-81. Бетоны. Методы определения истираемости.
6. Джалилов М. Ф. Учет истирающего воздействия колес автомобилей при прогнозировании износа асфальтобетонных покрытий: дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. – М.: МАДИ, 2004. – 225 с.
7. ОДМ. Руководство по оценке экономической эффективности использования в дорожном хозяйстве инноваций и достижений научно-технического прогресса; введ. 2002–12–20. – М.: ГП «Информавтодор», 2003. – 95 с.