

# Исследование сохранности слоев шероховатых поверхностных обработок на основе модифицированных и улучшенных битумов

Калгин Ю.И.,  
к.т.н., доцент,  
Тюков Е.Б.,  
аспирант,  
Воронежский  
государственный  
архитектурно-  
строительный  
университет

Дорожные покрытия должны обладать хорошими сцепными качествами, которые позволят обеспечить отсутствие скользкости практически в любых погодных условиях. Важнейшим фактором, в значительной степени определяющим сцепные качества покрытий, является их шероховатость. Одним из наиболее распространенных способов повышения шероховатости покрытий является устройство поверхностной обработки (ШПО). Поверхностная обработка дорожных покрытий – это способ получения шероховатой поверхности покрытия путем нанесения на покрытие тонкой пленки органического вяжущего (битума или битумной эмульсии), распределения прочного и износостойкого щебня и его последующего уплотнения (укатки). Как правило, долговечность ШПО составляет три года, но нередко срок службы указанного слоя сокращается до 1-2 лет.

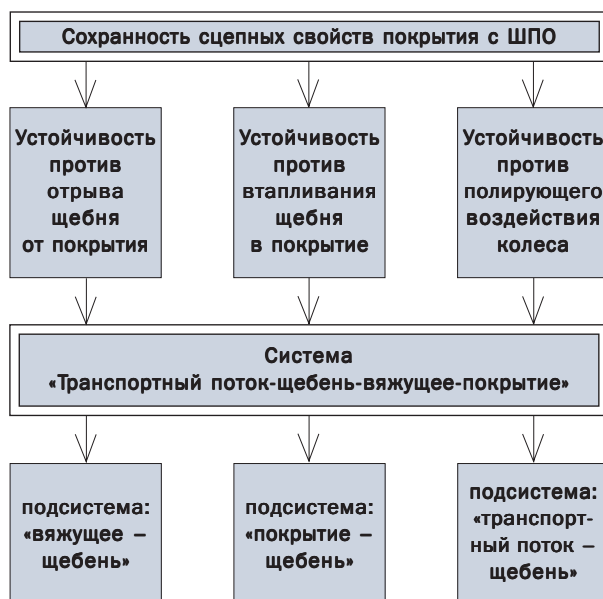


Схема 1.

Модель эксплуатационной устойчивости сцепных свойств покрытия с шероховатой поверхностной обработкой.

Основной причиной низкого качества поверхностной обработки, выполненной как традиционным способом отдельного распределения материалов, так и с синхронным распределением битума и щебня, являются нарушения связей в системе «транспортный поток – щебень – вяжущее – покрытие» (схема 1).

В период службы ШПО происходят изменения микро- и макрошероховатости слоя износа, обусловленные следующими процессами:

- на первом этапе формируется макрошероховатость покрытия со слоем износа. На начальном этапе службы ШПО определяющую роль в сохранности слоя играют свойства вяжущего. После открытия движения транспорта начинается выдергивание щебенки с образованием «лысых» мест в слое износа там, где произошло нарушение связей в подсистеме «вяжущее-щебень»;

- на втором этапе происходит снижение макрошероховатости за счет погружения (втапливания) сохранившегося щебня слоя износа в покрытие. Скорость втапливания щебня в покрытие в основном определяется твердостью асфальтобетона, то есть взаимодействием в подсистеме «покрытие – щебень». На процесс втапливания щебня в покрытие в качестве сопутствующих факторов оказывают влияние климатические условия, интенсивность и состав транспортного потока и др.;

- на третьем этапе эксплуатации шероховатость покрытия со слоем износа уменьшается в результате изменения микрошероховатости, то есть истирания и полировки частиц щебня в слое ШПО за счет движения транспортного потока.

Поверхность каменных материалов из изверженных бескварцевых пород (габбро, сиениты, базальты и пр.), состоящих из минералов с высокой и средней прочностью, быстро шлифуются. Склонность к шлифованию материалов из карбонатных пород еще выше. Наименьшей способностью к формированию гладкой шлифованной поверхности обладают песчаники с

известняковым, глауконитовым и другими цементами, твердость которых по сравнению с твердостью кристаллов кварца ниже в 1,5 – 2 раза. Таким образом, в подсистеме «транспортное средство – щебень» максимальная сохранность микрошероховатости достигается правильным выбором вида каменного материала для соответствующих условий эксплуатации.

Наиболее сложным вопросом в обеспечении устойчивости сцепных свойств покрытия с шероховатой поверхностной обработкой является определение оптимальных связей в подсистеме «вяжущее-щебень».

Исследованиями, проведенными в МАДИ (ГТУ) под руководством А.Васильева, было установлено, что основной недостаток технологии устройства поверхностной обработки с отдельным распределением горячего битума и щебня состоит в потере подвижности и адгезионной способности распределенного битума в случае нарушения организации работ и задержки с распространением щебня. В результате щебенки не будут равномерно покрыты битумом и, следовательно, обладать достаточным сцеплением с покрытием и друг с другом, что приведет к их отрыву под динамическим воздействием автомобильного движения. Однако, и в технологии устройства поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня, где достигается максимальная смачиваемость поверхности каменных частиц битумом, наблюдается процесс отрыва щебенки и образования «лысых» мест в слое ШПО, что является следствием недостаточного качества применяемого вяжущего.

С целью повышения качества вяжущих взамен традиционных битумов применя-

Результаты испытаний битума с добавкой «Мобит»

№ п/п	Вяжущее	Истинная вязкость при 50° С, Па·сек	Площадь гранитного щебня, покрытого битумом после кипячения, %	Число циклов знакопеременной нагрузки до разрушения битумной пленки
1	Исходный БНД 60/90	75	50	1000
2	БНД 60/90+1,5% «Мобит»	125	95	1700

ют модифицированные битумы, среди которых наиболее часто применяется полимерно-битумное вяжущее на основе полимеров типа СБС по **ГОСТ Р 52056-2003**. Более высокие физико-механические показатели модифицированных битумов позволяют обеспечить надежное закрепление щебня в слое вяжущего, но их применение приводит к удорожанию работ более чем в 2 раза по сравнению с исходным битумом.

Альтернативным путем повышения качества вяжущих является применение улучшенных битумов, получаемых введением в традиционные окисленные битумы марок БНД адгезионных или комплексных добавок. К их числу относится полимерная адгезионная добавка «Мобит», предназначенная для повышения деформативных свойств битумов и улучшения их сцепления с каменными материалами кислых пород. Основным компонентом добавки «Мобит» являются полимеры строения полистирол или полибутадиен, или полистирол-полиизопрен с общей молекулярной массой 2-60 тыс. и концевыми полярными функциональными группами. Дополнительно в составе «Мобит» присутствуют стабилизаторы и другие вещества,

улучшающие свойства композиции и положительно влияющие на термоокислительную устойчивость битума. Добавка «Мобит» представляет из себя порошок черного цвета, который растворяется в битуме (полимерно-битумном вяжущем) при температуре 150-160 °С путем перемешивания в течении 1-1,5 часов в мешалках любого типа.

Исследования реологических характеристик и усталостных свойств исходного битума и улучшенного битума, содержащего «Мобит», позволили установить, что введение добавки в исходный битум в 1,6 раза увеличивает его истинную вязкость, повышает в 1,7 раза усталостную долговечность вяжущего и улучшает его сцепление с гранитом (см. таблица 1).

Методом инфракрасной спектроскопии установлено, что битум с добавкой «Мобит», в отличие от исходного битума, в диапазоне волновых чисел 1000 – 600 см<sup>-1</sup> содержит структурный элемент вещества, имеющий полосу поглощения для волнового числа 702 см<sup>-1</sup> (полоса - минимум с ординатой 44,56), показывающий наличие полимерной составляющей добавки в вяжущем (рис.1).

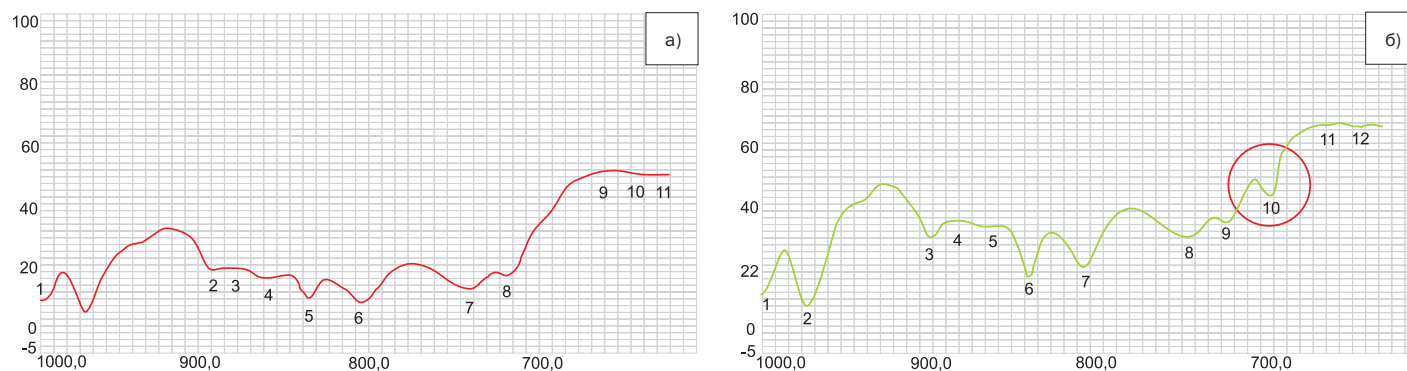


Рис. 1.

Инфракрасные спектры:

а) - исходного битума; б) битума с добавкой «Мобит»

Таблица 2

Физико-механические показатели модифицированного и улучшенного битума

Наименование показателей	Величина показателя			
	ГОСТ 22245-90 для БНД 60/90	ГОСТ Р 52056-2003 для ПБВ 60	Битум с добавкой ПАВ «Мобит»	ПБВ 60 на основе ДСТ 30-01
1. Глубина проникания иглы, 0,1 мм: не менее 25°С при 0°С	61-90 >20	Не менее 60 28	78 24	70 37
2. Температура размягчения по КИШ, °С	>47	>54	49	57
3. Растяжимость, см при 25°С при 0°С	>55 >3,5	>25 >11	>70 4,5	>70 47
4. Эластичность, % при 25°С при 0°С	Не норм. Не норм.	>80 >70	– –	92 79
5. Сцепление с гранитом, к. о. по ГОСТ 11508	Не норм.	Не хуже к.о.№2	К.о.№1	К.о.№2
6. Однородность	–	Одн.	Одн.	Одн.

Научная новизна и авторское право на добавку «Мобит» защищена Роспатентом РФ (патент РФ на изобретение № 2211846 «Способ получения полимерно-битумного вяжущего» от 10.09.2003 г.). Необходимое количество добавки «Мобит» для улучшения свойств вяжущего составляет 1-1,5 % по массе.

Для изучения влияния применяемого вяжущего в подсистеме «вяжущее – щебень» были проведены исследования по сохранности макрошероховатости ШПО с применением модифицированного и улучшенного битума. Для исследований были использованы полимерно-битумное вяжущее марки ПБВ 60, содержащее 3,5 % модификатора ДСТ 30-01, и улучшенный битум марки БНД 60/90 с применением полимерного ПАВ «Мобит» в количестве 1,5 % по массе, физико-механические показатели которых приведены в таблице 2.

О сохранности слоя поверхностной обработки судили по результатам испытаний по методу «Vialit». В указанном методе путем динамического ударного воздействия на слой ШПО можно достоверно оценить надежность закрепления частиц щебня в слое вяжущего при различных температурах.

Сущность испытания состоит в том, что на металлическую пластинку размером

поверхностью вниз на трехточечную опору и с высоты 50 см бросали шар массой 0,5 кг. Испытание проводили при температуре ± 20, +10, 0 и -10 °С. Перед испытанием при 0 и -10 °С пластинку предварительно выдерживали при указанной температуре в течении 30 минут в холодильной камере. Во время испытания после каждого удара определяли количество отскочивших щебенки, что являлось критерием сохранности слоя ШПО и устойчивости связей в системе «вяжущее – щебень». Результаты испытаний приведены на схеме 2.

Как следует из результатов испытаний, во всем диапазоне исследованных температур битум с добавкой «Мобит»

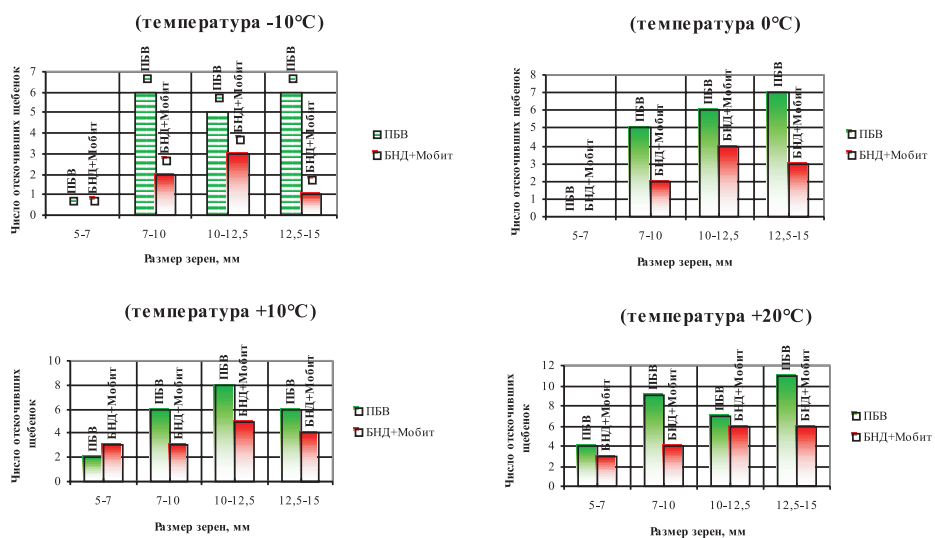


Схема 2.

Зависимость сохранности слоя ШПО от вида вяжущего, размера применяемого щебня и температуры испытания.

150x150 мм толщиной 3 мм распределяли горячее вяжущее из расчета расхода 0,3 л/м<sup>2</sup>. На вяжущее укладывали 50 чистых сухих гранитных щебенки кубовидной формы различных узких фракций, соответственно, на каждую отдельную пластину щебенки 5-7, 7-10, 10-12,5, 12,5-15 мм. Пластинку с нанесёнными щебенками выдерживали в комнатных условиях при различных температурах в течение суток, после чего устанавливали обработанной

обеспечивает более высокую сохранность щебенки в слое ШПО по сравнению с полимерно-битумным вяжущим. Проведенное исследование показало, что в диапазоне температур от -10 до +20 °С применение улучшенного битума на основе комплексной добавки позволит обеспечить надежное закрепление щебня в слое вяжущего и, тем самым, повысить срок службы шероховатой поверхностной обработки.