

А.А. Камусин, Д.М. Левушкин

Московский государственный университет леса

Камусин Альберт Абетдинович родился в 1938 г., окончил в 1967 г. Уральский лесотехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой транспорта леса Московского государственного университета леса, заслуженный работник высшей школы РФ, действительный член РАЕН по секции наук о лесе. Имеет более 100 печатных работ, включая 6 авторских свидетельств, 1 учебник и 9 учебных пособий для вузов.
E-mail: kamusin@mgul.ac.ru



Левушкин Дмитрий Михайлович родился в 1980 г., окончил в 2003 г. Московский государственный университет леса, старший преподаватель кафедры транспорта леса МГУЛ. Имеет около 15 печатных работ в области совершенствования процесса транспорта леса.
E-mail: levushkin@mgul.ac.ru



ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМОВ

Приведены результаты исследований по сохранности рабочего слоя лесовозных автомобильных дорог в зависимости от применяемого модификатора и свойств модифицированных битумов. Показаны зависимости сохранности слоя покрытия лесовозных автомобильных дорог от вида вяжущего, крупности применяемого щебня и температурного режима при испытаниях.

Ключевые слова: лесовозная дорога, дорожная одежда, проезжая часть, модифицированный битум, фракции щебня, испытания.

Оценка работоспособности и установление срока службы дорожных одежд – один из наиболее сложных и существенных вопросов эксплуатации автомобильных дорог.

Свойства и состояние проезжей части значительно изменяются в течение длительного периода службы под воздействием как автомобильных нагрузок и природных факторов, так и климатических условий. Таким образом, эксплуатационные качества дорожных одежд изменяются в процессе службы, что приводит к изменению условий движения автомобилей.

Исследования работоспособности дорожных одежд действующих лесовозных дорог позволяют установить зависимость между конструкцией дорожной одежды, дорожно-строительными материалами конструктивных слоев, интенсивностью и составом дорожного движения, а также природно-климатическими факторами.

В последнее время по дорогам общего пользования с асфальтобетонным покрытием перевозится значительный объем лесных грузов. Общая масса лесовозных автопоездов составляет 40 т и более при достаточно высоких скоростях движения. Это вызывает повышенный износ рабочего слоя, в связи с чем появилась необходимость в поиске более прочных материалов слоя износа дорожных покрытий.

Работоспособность зависит от прочности дорожной одежды. Если строительство земляного полотна и конструктивных слоев дорожной одежды производилось без отклонений от проекта и с соблюдением технологии, то речь должна идти прежде всего о сохранности слоя износа (поверхностной обработки). Его работоспособность и сохранность в значительной мере зависят от адгезионных связей между битумом и щебнем и когезионных связей в вяжущем. Поэтому перед нами стояла задача выявить связи между вяжущим на основе битумов с применением каучуков и поверхностно-активных веществ (ПАВ) и щебня различных фракций.

В процессе исследований использовали битумно-каучуковые вяжущие (БКВ) с применением синтетических каучуков общего назначения (СКД, СКС-ЗОАРКПН, СКС-ЗОАРК, СКС-ЗОАРКМ-27, СКС-30 АРКМ-15) с содержанием полимера в вяжущем в количестве 2,0 ... 3,0 %, а также полимерно-битумное вяжущее (ПБВ) марки ПБВ 60, содержащее 3,5 % модификатора ДСТ 30-01, и битум марки БНД 60/90 с применением полимерного ПАВ «Мобит» в количестве 2,0 % по массе. ПБВ отличается от битума повышенной температурой размягчения и более высокими показателями деформативных свойств. Битум с добавкой «Мобит» за счет применения ПАВ имеет более высокое сцепление с гранитом. Наилучшими показателями физико-механических свойств

обладают БКВ с повышенными деформативными свойствами (растяжимость и глубина проникания иглы при 0 °С) и сцеплением с минеральным материалом.

Испытания проводили по методу Vialit. При этом на металлическую пластину размером 15×15 см и толщиной 3,0 мм наносили соответствующее горячее вяжущее из расчета 0,3 л/м². На пластину с вяжущим укладывали 50 чистых сухих гранитных щебенков кубовидной формы различных узких фракций размером 5,0...7,0; 7,...10,0; 10,0...12,5 и 12,5...15,0 мм. Подготовленные таким образом пластины выдерживали при различных температурах от –10 до +50 °С. В качестве вяжущих использовали вяжущее марки ПБВ 60, содержащее 3,5 % модификатора ДСТ 30-01, и битум марки БНД 60/90 с применением полимерного ПАВ «Мобит».

Результаты испытаний покрытия с применением вяжущего ПБВ 60 и битума с добавкой ПАВ «Мобит» по методу КиШ приведены на рис. 1.

Анализ гистограмм (рис. 1) позволяет сделать следующий вывод. Битум с добавкой ПАВ обеспечивает во всем диапазоне исследуемых температур более высокую степень сцепления щебенков в рабочем слое по сравнению с полимерно-битумным вяжущим. Это можно объяснить более прочными адгезионными связями вяжущего со щебнем и когезионными связями в вяжущем.

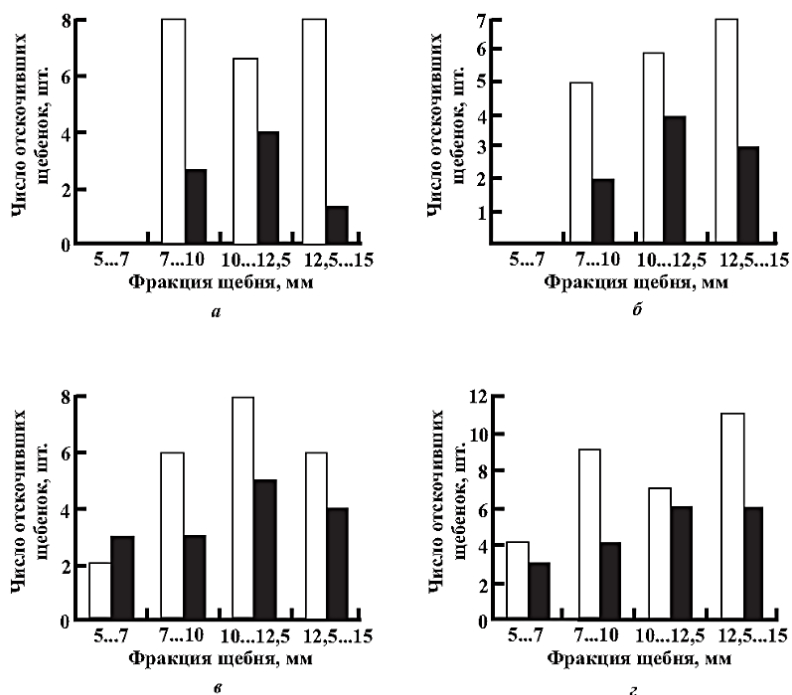


Рис. 1. Зависимость сохранности рабочего слоя от вида вяжущего, крупности применяемого щебня и температуры t испытания: а – $t = -10$ °С; б – 0; в – +10; г – +20 °С; □ – ПБВ 60; ■ – БНД + «Мобит»

Исследования также выявили, что при температурах до +50 °С увеличение эффективности модифицированного битума объясняется его более высокой теплоустойчивостью, что отражается на его повышенной деформативности и лучших адгезионных связях с минеральными материалами.

В ходе эксперимента установлено, что размер щебенков является одним из определяющих факторов их сохранности в рабочем слое. На рис. 1 видно, что чем меньше размер щебня, тем выше его сохранность в слое во всем диапазоне исследуемых температур. Этот эффект можно объяснить тем, что щебень более мелких фракций лучше обволакивается вяжущим, чем щебень крупных фракций. Если принять относительный условный показатель обволакивания щебня фракции 5,0...7,0 мм вяжущим за единицу, то у фракции 15,0...20,0 мм – 0,35. Эта закономерность сохраняется для различных расходов вяжущего, но зависит от его свойств.

На рис. 2 представлены результаты испытаний опытных образцов со щебнем различных фракций, обработанных БКВ с содержанием полимера от 2 до 3 %.

Анализ результатов показал более высокую сохранность рабочего слоя при относительном условном показателе обволакивания, близком к единице, с более высоким расходом вяжущего и в диапазоне температур –10 ... +20 °С.



При низких показателях обволакивания, меньшем расходе вяжущего и повышенных (до +50 °С) температурах наблюдается наименьшая сохранность рабочего слоя.

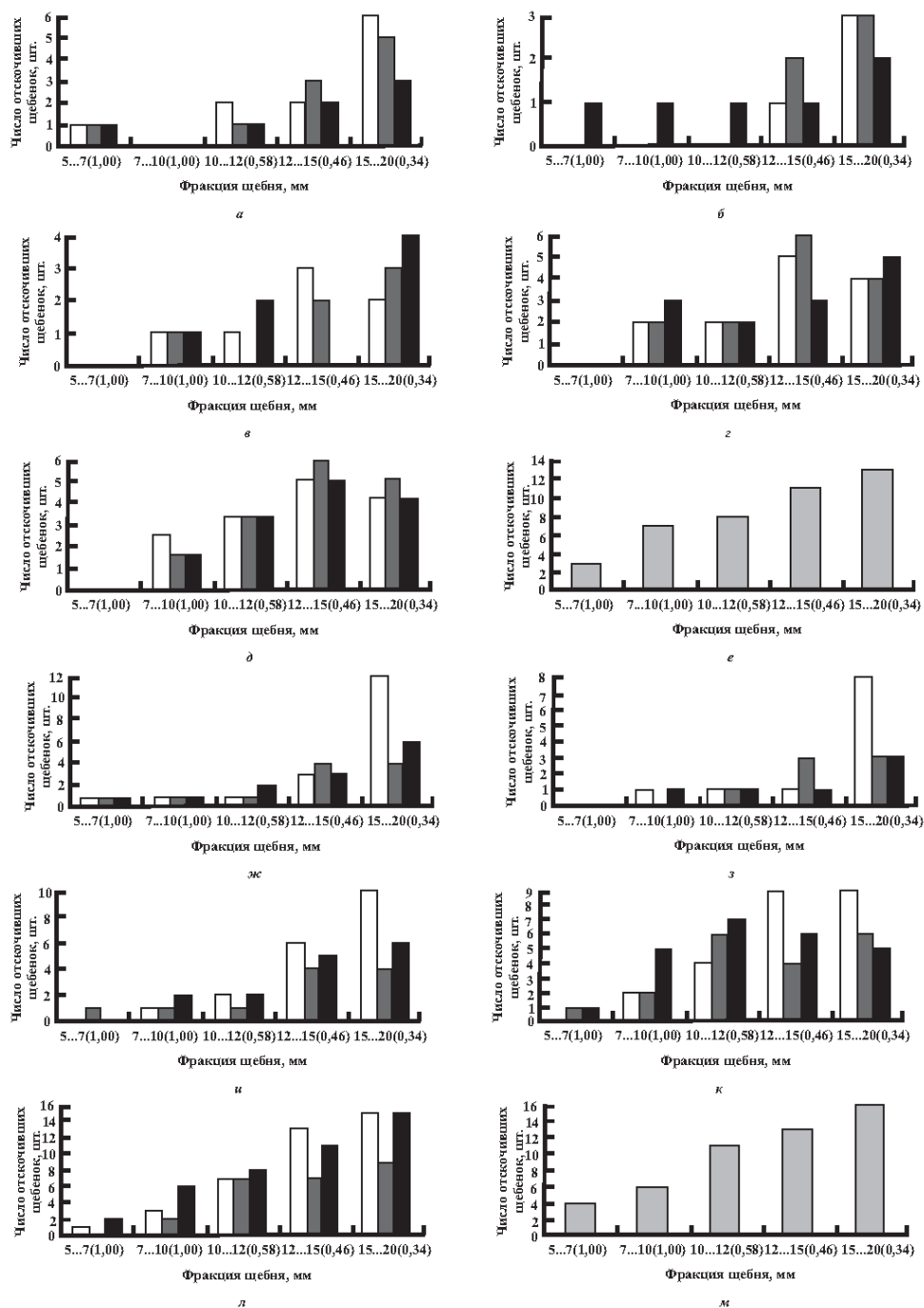


Рис. 2. Зависимость сохранности рабочего слоя на основе БКВ (расход вяжущего 0,4 л/м; температура $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (а – е) и $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ж – л) от типа синтетического каучука (а, ж – СКС-30АЗКМ-27; б, з – СКС-30АРКМ-15; в, и – СКС-30АРКПН; г, к – СКС-30АРК; д, л – СКД), его содержания (– 2,0 %; – 2,5 %; – 3,0 %) и фракции щебня (5...7; 7...10; 10...12; 12...15; 15...20 мм): а – д – БНД 60/90 + каучук; ж – л – каучук; е, м – БНД 60/90

Максимальная сохранность рабочего слоя была достигнута при использовании в качестве модификатора каучуков СК-АРКПН и СКС-30 АРКМ-15, менее эффективным оказалось применение СКД и СКС-30 АРКМ-27. Дорожный битум марки БНД 60/90 во всем диапазоне исследуемых температур и при любых значениях показателя обволакивания частиц щебня и расходе вяжущего показал самую низкую сохранность рабочего слоя (наибольшее количество отскочивших щебенки).

Таким образом, проведенный эксперимент выявил более высокую эффективность применения модифицированных битумов в композиции слоев износа. Сохранность слоя также зависела от вида и расхода вяжущего и фракции щебня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скрытников А.В., Кондрашова Е.В.* Технический отчет оценки прочности дорожной одежды автомобильной дороги местного значения «Ираель–Ижма–Усть-Цильма». Сыктывкар, 2009. 32 с.
2. *Калгин Ю.И.* Дорожные битумо-минеральные материалы на основе модифицированных битумов. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2006. 272 с.
3. *Кретов В.А., Руденский А.В.* Проблемы повышения качества дорожных битумов: экономические и технические аспекты // Дороги России 21-го века. 2002. № 3. С. 62–65.

Поступила 18.05.11

A.A. Kamusin, D.M. Levushkin
Moscow State Forestry University

Adhesion Properties of Modified Bitumen Investigation

The results of the logging roads pavement durability studies in dependence on properties of the bitumen used are presented in the article. It is shown that pavement preservation depends on the binding agent type, crushed rock coarseness and the temperature regime during tests.

Key words: logging road, pavement, carriageway, modified asphalt, rock coarseness, test.
