

УДК 625.072:531.8

М. Г. Салихов, В. М. Вайнштейн, Е. В. Вайнштейн

ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ПОНИЖЕННОЙ СТОИМОСТИ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Приведены результаты теоретического и экспериментального исследования щебеночно-мастичных асфальтобетонов с добавками отсевов дробления малопрочных известняков взамен дробленого песка (отсевов дробления высокопрочного щебня) и стабилизирующей добавки для покрытий лесовозных дорог, что может обеспечить снижение себестоимости материала.

Ключевые слова: лесовозные дороги, покрытие, щебеночно-мастичные асфальтобетоны.

Введение. Из-за безудержного роста осевых нагрузок и интенсивности движения покрытия автомобильных дорог из традиционных материалов перестали отвечать требованиям долговечности. Наиболее удачным решением, направленным на повышение работоспособности покрытий, стало изобретение щебеночно-мастичных асфальтобетонов (ЩМА). Они, по сравнению с классическими асфальтобетонами, обладают большими преимуществами. А именно, как показал опыт использования за рубежом и в нашей стране, они более сдвигоустойчивые и износостойкие по сравнению с традиционными асфальтобетонами, обеспечивают повышенные значения коэффициента сцепления с колесом и более долговечные. В то же время они сравнительно дорогие (примерно на одну треть) и это, в условиях бюджетного дефицита, является серьезным тормозом к более широкому внедрению.

Целью работы является поиск возможностей снижения себестоимости ЩМА для покрытий автомобильных дорог при сохранении и даже улучшении некоторых эксплуатационных качеств.

Теоретическими предпосылками и обоснованием решаемой проблемы представляется поиск путей нахождения и объяснения механизмов обеспечения стабильности микроструктуры ЩМА с использованием отсевов дробления местных малопрочных карбонатных пород (ОДИ) взамен дробленого песка отсевов дробления прочных изверженных пород и полного отказа от стабилизационной добавки. Основанием для такой замены являются физико-химические процессы на разделах фаз, такие как активационные, адсорбционные и адгезионные процессы. При перемешивании гранитного щебня порошкообразными (дисперсными) составляющими ОДИ происходит активация кислых поверхностей, приводящая к усилению адгезионных процессов. Обоснованием для такого утверждения является известная теория об ориентационном межмолекулярном взаимодействии для полярных молекул, усиливаемом за счет проявления процесса зеркального отображения и возникновения электрической силы между субстратом (гранитом) и адгезивом (пленкой асфальтового вяжущего) [1]. При этом дисперсные составляющие ОДИ, наряду с асфальтовыми компонентами вяжущего – нефтяного

битума, будут активно участвовать в качестве структурообразующих центров. Одновременно возможно и возникновение химического взаимодействия между карбонатными частицами и вяжущим. Между поверхностями известняковых дисперсных частиц и нефтяными битумами происходят также адсорбционные процессы, показанные в специальных исследованиях многих авторов [2]. Из-за отмеченных процессов масляная часть битумного вяжущего при достаточном количестве величины суммарной площади внешних поверхностей дисперсных частиц ОДИ способна перейти в ориентированное (связанное) состояние [3]. Это, в свою очередь, является причиной роста когезии. Вследствие этого получается более устойчивый к внешним воздействиям органический бетон каркасной структуры. Переход битумно-дисперсной части в полужестко-полужелатиное состояние с повышенными адгезионными и когезионными свойствами должен привести к образованию конгломератной системы, более устойчивой к внешним воздействиям.

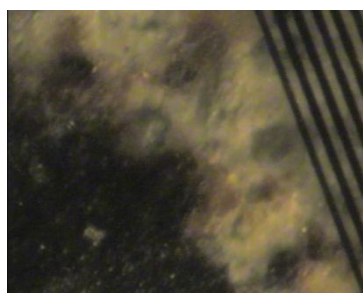
Экспериментальная проверка теоретических представлений проводилась путем изготовления и испытания стандартных цилиндрических образцов как по стандартным, так и по разработанным авторами методикам. В частности, установлены средняя плотность, остаточная пористость, водонасыщение, прочность при сжатии при ± 0 , ± 20 , $\pm 50^\circ\text{C}$, коэффициенты водостойкости при стандартном и длительном водонасыщении, значения стекания вяжущего, сцепления, коэффициенты внутреннего трения и некоторые другие – по стандартным методикам [4, 5], а теплостойкость и скорость деформирования – по методике, предложенной авторами [6]. Кроме того, проведено изучение микроструктуры путем фотографирования шлифов образцов различных составов с 80-, 500- и 1000-кратным увеличением при помощи сканирующего зондового микроскопа «Ntegra Prima», установленного в Центре коллективного пользования МарГТУ.

Результаты лабораторных экспериментов и их анализ. Для проверки теоретических предположений проведены лабораторные опыты. При этом взяты образцы ЩМА классического состава, применяемые в практике (марки ЩМА-20), – состав 1, и предлагаемый авторами – состав 2, в которых дробленый песок из изверженных пород и стабилизирующая добавка заменены ОДИ. В составе 1 содержание гранитного щебня М 1200 фр. 5 – 20 мм, в % масс. – 77, песка дробленого – 12,2, минерального порошка – 10,8, стабилизирующей добавки (Viator-66) – 0,6; в предлагаемых составах содержание ОДИ – 27,2 %. В обоих составах содержание битума вязкого нефтяного БНД 90/130 колебалось в пределах от 5,5 до 7,5 % от массы минеральной части (сверх 100%). Некоторые результаты лабораторных испытаний представлены в таблице.

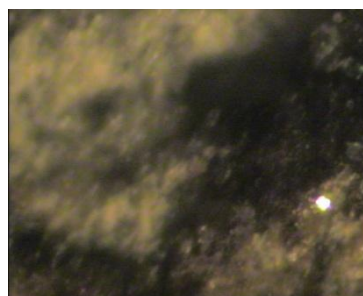
Некоторые результаты испытаний образцов ЩМА

Вид ЩМА	Содержание битума, %	Средняя плотность, г/см ³	Предел прочности при сжатии при $t = +50^\circ\text{C}$, МПа	Сцепление при $t = +50^\circ\text{C}$, МПа	Коэффициент внутреннего трения	Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении
Требования по ГОСТ 31015-2002 г. [5]	5,5 – 6,0	-	0,65	0,18	0,93	0,85
Классический ЩМА	6,0	2,51	1,10	0,21	0,93	0,87
ЩМА с ОДИ	6,0	2,53	1,36	0,26	0,93	0,87
ЩМА с ОДИ	6,5	2,52	1,42	0,27	0,93	0,87
ЩМА с ОДИ	7,0	2,49	1,53	0,29	0,93	0,87

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что у предложенных составов ЩМА с использованием ОДИ адгезионная прочность выше (судя по величине C) и сдвигоустойчивость у этих ЩМА также выше (величины предела прочности при сжатии при $+50^{\circ}\text{C}$ выше при сохранении значений коэффициента внутреннего трения). При этом температуроустойчивость у ЩМА с ОДИ гораздо выше, чем у классического ЩМА. Это подтвердилось также по результатам специальных опытов по изучению скорости деформирования образцов под действием расчетной нагрузки при повышении и поддержании температуры от $+20$ до $+50^{\circ}\text{C}$. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о правильности наших теоретических предположений о внутренних процессах структурообразования в тонкодисперсной части ЩМА. Дополнительно изучение микроструктуры осуществлено путем фотографирования шлифов образцов при 80-, 500- и 1000-кратном увеличении (см. рис.).



а)



б)

*Микроструктура шлифов ЩМА с 6%-м содержанием битума при 1000-кратном увеличении:
а – у классического ЩМА; б – у ЩМА с использованием ОДИ*

Для сравнения на рисунки наложены сетки из линий толщиной по 10 мкм. Как видно из рис. б, асфальтовое вяжущее в ЩМА с ОДИ представляет однородную массу во всем межзерновом пространстве, а асфальтовое вяжущее у классического ЩМА на границах разделов фаз «щебень – асфальтовое вяжущее» (рис. а) имеет зону более светлой окраски толщиной порядка 25 – 30 мкм. Предположительно, эта зона расположения пленки свободного (несвязанного) битума, удерживаемого стабилизирующей добавкой. Наличие этой пленки, скорее всего, позволяет сохранить в системе, с одной стороны, определенную подвижность, с другой стороны, показывает его склонность к большей деформируемости под нагрузками при повышенных температурах. Почему именно свободный битум располагается в граничных зонах «гранитный щебень – асфальтовое вяжущее» – вопрос для дальнейшего исследования.

Выводы.

1. Выполненные экспериментально-теоретические исследования позволяют утверждать, что вместо дробленого песка изверженных пород и стабилизирующей добавки возможно использовать отсеvy карбонатных пород. Это позволяет регулировать все их основные физико-механические свойства, а некоторые – даже улучшить.

2. Предлагаемые составы щебеночно-мастичных асфальтобетонов с отсеvom дробления местных малопрочных карбонатных пород могут быть использованы в качестве материала покрытий лесовозных дорог.

3. По предварительным расчетам получено, что замена в щебеночно-мастичных асфальтобетонах привозного дробленого песка и стабилизирующей добавки местными малопрочными карбонатными породами в условиях Республики Марий Эл позволяет снизить себестоимость материала примерно в 1,2 – 1,3 раза.

Исследования в данном направлении продолжаются.

Список литературы

1. Зимон, А. Д. Что такое адгезия / А. Д. Зимон. – М.: Наука, 1983. – 176 с.
2. Салихов, М. Г. Разработка научно-практических основ объемной пропитки малопрочных каменных материалов жидкими вяжущими для дорожного строительства: Автореферат дисс. ... д.т.н. – М.: МАДИ-ГТУ, 1999. – 38 с.
3. Салихов, М. Г. Обоснование применения в щебеночно-мастичных асфальтобетонах отсевов дробления малопрочных известняков / М. Г. Салихов, В. М. Вайнштейн, Е. В. Вайнштейн // Современные наукоемкие технологии: Материалы III Всероссийской научной конференции «Современные проблемы науки и образования» (13.05 – 15.05.2008 г.). – М.: Академия естествознания, 2008. – № 4. – С. 88 – 90.
4. ГОСТ 12801–98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного строительства. Методы испытаний. – М.: Госстрой России. ГУП ЦПП, 1999. – Введен в действие с 1.01.1999 г.
5. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетоны щебеночно-мастичные. Технические условия. – М.: МНТКС, 2003. – Введен в действие с 1.05.2003 г.
6. Вайнштейн, В. М. Метод определения деформаций асфальтобетонных образцов при повышенных температурах покрытия и установление времени прогноза образования колеи / В. М. Вайнштейн, Е. В. Вайнштейн // Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов: Межвузовский сборник научных статей. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2008. – С. 209 – 212.

Статья поступила в редакцию 30.10.09.

M. G. Salikhov, V. M. Vainshtein, E. V. Vainshtein

**STONE-MASTIC ASPHALT OF LOWER COST
FOR TIMBER-CARRYING ROADS SURFACE**

Results of theoretical and experimental searching of stone-mastic asphalt with less firm limestone split screening addition instead of shredded sand (of high-solid road metal split screening) and equalizing supplement for timber-carrying roads surface, which can provide a material prime cost decline, were given.

Key words: *timber-carrying roads, covering, stone-mastic asphalts.*

САЛИХОВ Мухаммет Габдулхаевич – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой автомобильных дорог МарГТУ. Область научных интересов – физико-химические процессы в граничных зонах материалов для дорожного строительства; применение местных дорожно-строительных материалов. Автор более 150 научных работ.

E-mail: SalihovMG@marstu.net

ВАЙНШТЕЙН Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог МарГТУ. Область научных интересов – исследование дисперсных отходов карбонатных пород для дорожного строительства. Автор более 40 научных трудов.

E-mail: VajnshtejnVM@marstu.net

ВАЙНШТЕЙН Евгений Викторович – аспирант кафедры автомобильных дорог МарГТУ. Область научных интересов – исследование местных дисперсных материалов в качестве добавок в щебеночно-мастичные асфальтобетоны. Автор 15 научных работ.

E-mail: kad@marstu.net