

УДК 625.7/8

Л. И. Малянова, М. Г. Салихов

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДОБАВКИ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА С ОТСЕВАМИ ДРОБЛЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГ

Приведены результаты теоретического и экспериментального исследований асфальтобетонов с заменой компонентов (стабилизирующей добавки, дробленого песка изверженных пород и минерального порошка) на отходы камнедробления местных каменных материалов из месторождений известняков и доломитов Чувашии и с применением отходов химической промышленности Чувашии для покрытий лесовозных дорог.

Ключевые слова: известняки; доломиты; активация; адгезия; анилин; новантокс; лесовозные дороги.

Введение. Надежность асфальтобетонных покрытий определяется комплексом показателей его физико-механических свойств, а также использованием новых материалов и технологий в дорожном строительстве. Достигается это за счет повышения срока службы элемента, в котором данный материал используется, то есть за счет надежности конструкции. Это ведет к увеличению межремонтных сроков, что способствует повышению экономического эффекта [1]. Поэтому исследования, направленные на разработку дорожно-строительных материалов с повышенной долговечностью, пониженной материалоемкости и трудоемкости изготовления, а также с использованием местных сырьевых материалов и отходов промышленности при их изготовлении являются чрезвычайно актуальными. Одним из эффективных способов получения асфальтобетонов с повышенными эксплуатационными характеристиками является их модификация, заключающаяся во введении добавок поверхностно-активных веществ в состав вяжущего. Данный способ наиболее технологичен, т.к. в этом случае не требуется создания и использования новых устройств в комплексе асфальтобетонного завода. Несмотря на то, что к настоящему времени разработано большое количество добавок, которые с успехом используются для получения долговечных асфальтобетонов, поиск новых видов поверхностно-активных веществ продолжается.

Целью работы является снижение себестоимости и улучшение физико-механических характеристик горячих асфальтобетонов с отсевами дробления известняков (ОДИ) для верхнего и нижнего слоев покрытий лесовозных дорог.

Решаемые задачи, направленные на достижение цели. Предпосылками и обоснованием поставленной задачи является поиск путей нахождения и объяснения механизмов обеспечения стабильности микроструктуры мелкощебенистых асфальтобетонов с заменой в новом составе компонентов (стабилизирующей добавки, дробленого песка изверженных пород и минерального порошка) на отходы камнедробления местных каменных материалов из месторождений известняков и доломитов Чувашии и с применением отходов химической промышленности Чувашии для покрытий лесовозных дорог.

Аналитическое моделирование. 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) [2]. 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, выявленные в специальных исследованиях многих авторов [3]. Из-за отмеченных процессов масляная часть битумного вяжущего при достаточной суммарной внешней поверхности дисперсных частиц ОДИ способна перейти в ориентированное (связанное) состояние [4, 5]. Это, в свою очередь, является причиной роста когезии. Вследствие этого получается более устойчивый к внешним воздействиям каркасной структуры органический бетон. Переход битумно-дисперсной части в полужестко-полуэластичное состояние с повышенными адгезионными и когезионными свойствами должен привести к образованию конгломератной системы, более устойчивой к внешним воздействиям.

Техника эксперимента. Проверка теоретических представлений проводилась путем определения влияния добавок с содержанием побочных продуктов производств анилина (ЛКМС1) и Новантокса 8 ПФДА (ЛКМС2) – антиоксиданта предприятия «Химпром» Чувашской Республики смесей на физико-механические показатели горячих асфальтобетонных смесей типа Б-1 [6]. Лабораторные испытания проводились по известным методикам на стандартных цилиндрических образцах асфальтобетона диаметром и высотой 71,5 мм. В экспериментах определялись средняя плотность, водонасыщение, коэффициент водостойкости и прочность на сжатие при температурах +20, +50 °С. В качестве прототипа выбраны технические решения, приведенные в [6], где раскрыто приготовление горячих асфальтобетонных смесей типа Б для устройства верхнего и нижнего слоев покрытия лесовозных дорог во II и III дорожно-климатических зонах. В работе изучено влияние отходов химической промышленности Чувашии (ЛКМС1 и ЛКМС2) на свойства битума и асфальтобетона.

Результаты лабораторных экспериментов и их анализ. Для проверки теоретических предположений проведены лабораторные опыты со следующими составами, % масс:

-состав № 1: щебень М1200 – 47,0; отсева дробления прочных пород (дробленый песок) – 43,0; отсева дробления известняков – 10,0; битум вязкий БНД 90/130 (свыше 100 %) – 4,8; ЛКМС1 – 0...3,0;

-состав № 2: щебень М1200 – 47,0; отсева дробления прочных пород (дробленый песок) – 43,0; отсева дробления известняков – 10,0; битум вязкий БНД 90/130 (свыше 100 %) – 4,8; ЛКМС2 – 0...3,0.

На основании проведенных экспериментов произведено сравнение результатов полученных образцов асфальтобетона классического и предлагаемого составов. В последних образцах песок и минеральный порошок заменены отсевами дробления карбонатных пород, а в качестве вяжущего использовался модифицированный битум с добавками 0,6 % от его массы.

Зерновой состав ОДИ

Размеры сит, мм	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071	< 0,071	Сумма
Частные остатки, %	0,0	7,41	12,05	8,11	9,43	12,30	9,78	12,18	28,7	100,0

Гранулометрический состав минеральной части асфальтобетона выбран на основе подбора соотношений, обеспечивающих получение производственного состава, отвечающего регламентированным границам кривых распределения минеральных частиц по размерам.

Одной из составных частей общей теории асфальтобетона, сформулированной И. А. Рыбьевым [7], является формирование его структуры. Причем в развитии физико-химических процессов и образовании структурных связей значительная роль отводится потенциальным возможностям и специфическим особенностям исходных материалов. Выяснение этого необходимо для раскрытия потенциала сырья и прогнозирования его поведения на всех этапах технологических пределов и в составе композита.

Интерпретация результатов. Влияние количества добавок на среднюю плотность проиллюстрировано на рис. 1.

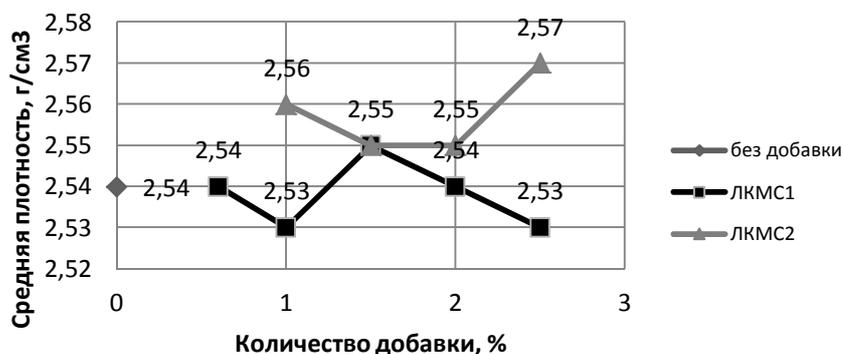


Рис. 1. График зависимости средней плотности образцов асфальтобетона с ОДИ от количества добавки

Из рисунка видно, что с увеличением добавок ЛКМС1 возрастает значение средней плотности асфальтобетонной смеси. При введении добавок ЛКМС2 значения водонасыщения асфальтобетонной смеси уменьшаются (рис. 2).

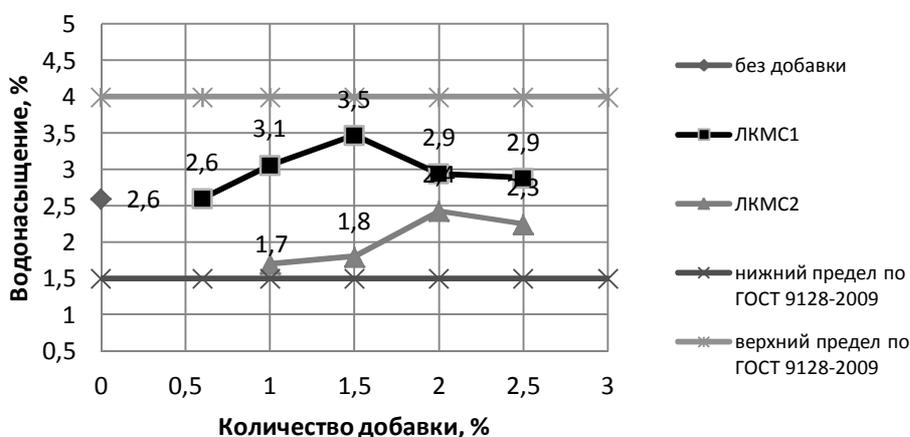


Рис. 2. График зависимости водонасыщения образцов из асфальтобетона с ОДИ от количества добавки

При использовании добавок ЛКМС1 и ЛКМС2 значение показателя водонасыщения уменьшается до нижнего предела, что способствует получению жирной асфальтобетонной смеси. Это позволяет снизить количество вяжущего (битума) в смеси. Известно, что чем ближе показатель водонасыщения к верхнему пределу, тем суше асфальтобетонная смесь, соответственно увеличивается и количество вяжущего.

При введении в вяжущее добавок ЛКМС1 и ЛКМС2 резко увеличивается предел прочности на сжатие асфальтобетонов (рис. 3). Результаты испытаний показали, что прочность на сжатие образцов при температуре $+20 \pm 2$ °С колеблется в пределах 5,4 ... 7,1 МПа, что выше требований по [6].

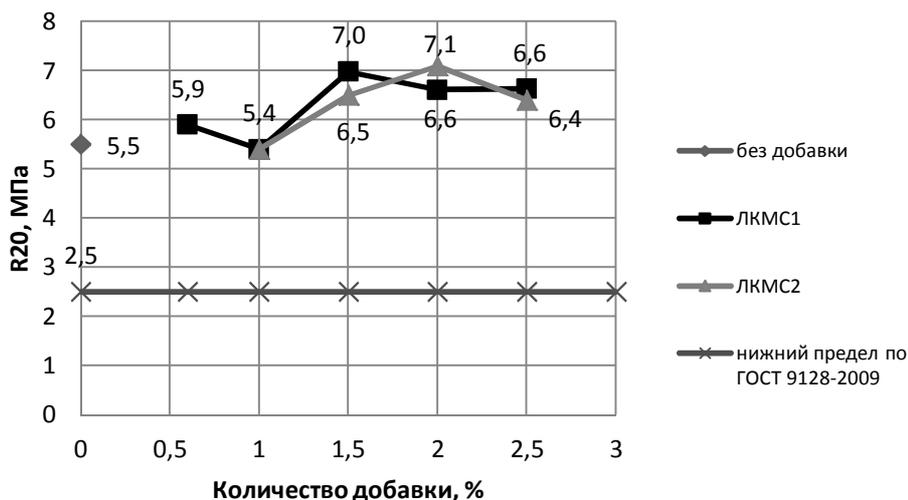


Рис. 3. График зависимости предела прочности на сжатие образцов из асфальтобетона с ОДИ от количества добавки

Добавки ЛКМС 1 и ЛКМС 2 незначительно влияют на предел прочности на сжатие образцов, испытанных при температуре $+50$ °С (рис. 4). Однако эти показатели в 1,5 раза выше нижнего предела по [6].

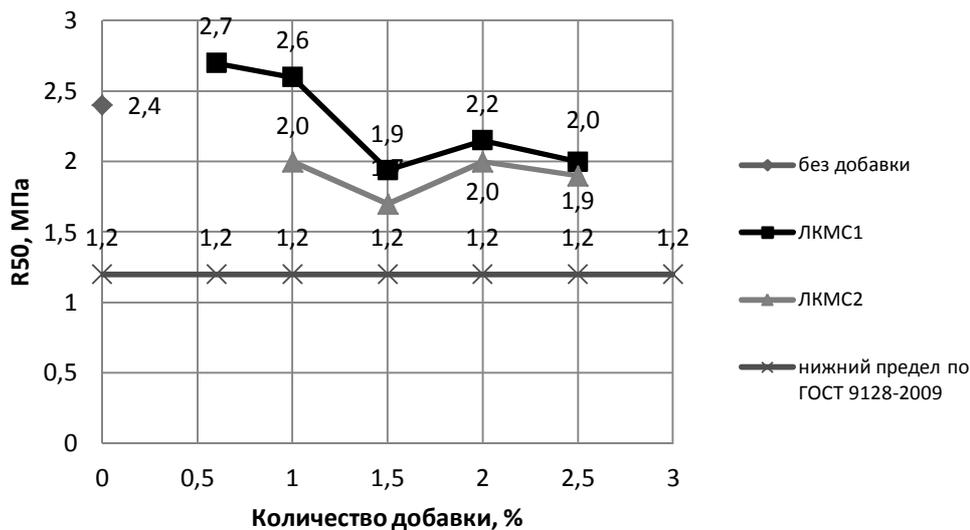


Рис. 4. График зависимости предела прочности на сжатие при температуре $+50$ °С асфальтобетона с ОДИ от количества добавки

Конструкционные материалы дорожных одежд работают в сложных условиях. В летний период дорожное покрытие нагревается до температуры $+50...+60$ °С. Это ведет к снижению вязкости битумных связей и падению прочности. В результате от действия транспортной нагрузки могут появляться пластические деформации в виде волн, колеи, гребенки и т.д. Соответственно, чем выше показатель прочности при температуре $+50$ °С, тем меньше вероятность образования колеи на дорожном покрытии. Полученные значения прочности образцов варьируются в пределах от 2,0 до 2,7, что соответствует [6].

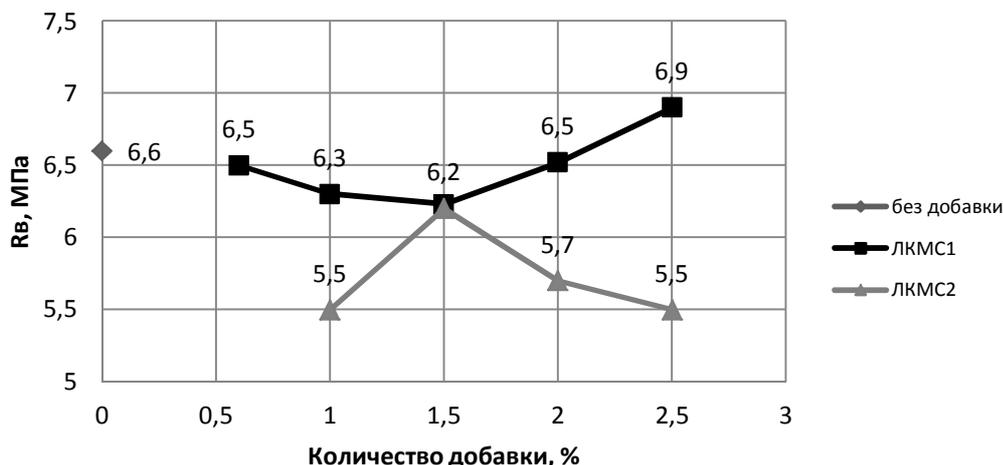


Рис. 5. График зависимости прочности на сжатие водонасыщенных образцов из асфальтобетона с ОДИ при температуре (20 ± 2) °С от количества добавок

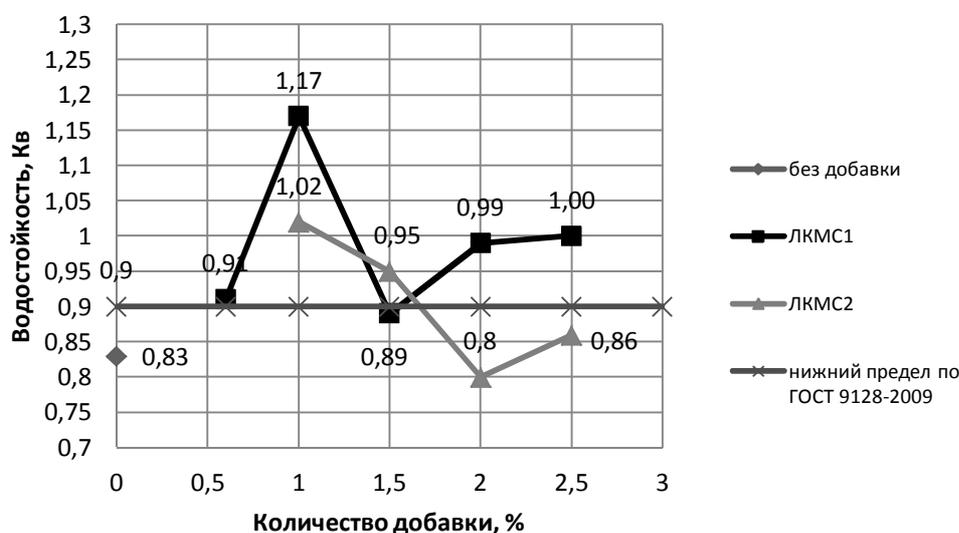


Рис. 6. График зависимости коэффициента водостойкости асфальтобетонных образцов с ОДИ от количества добавки

Значение коэффициента водостойкости K_v для асфальтобетона по ГОСТ 9128-2009 [6] должно быть не менее 0,9. Чем выше значение коэффициента водостойкости, тем прочнее асфальтобетон.

Выводы

1. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований доказана возможность улучшения физико-механических свойств асфальтобетона добавками отходов химического производства и малопрочного известняка Чувашии.

2. Предложенные составы асфальтобетонной смеси соответствуют требованиям ГОСТ 9128-2009 к горячим асфальтобетонам типа Б и позволяют их использовать в качестве материала покрытий лесовозных дорог.

3. Исследования в направлении разработки составов модификаций асфальтобетонных смесей с жидкими отходами промышленности Чувашии и отсеков дробления известняков М 200...М 400, позволяющих улучшить их показатели по сравнению с ГОСТ 9128-2009, продолжаются.

Список литературы

1. Веренко, В.А. Новые материалы в дорожном строительстве: Учеб. пособие / В.А. Веренко. – Минск.: Изд-во УП «Технопринт», 2004. – 170 с.

2. Зимон, А.Д. Что такое адгезия / А.Д. Зимон. – М.: Наука, 1983. – 176 с.

3. Салихов, М.Г. Разработка научно-практических основ объемной пропитки малопрочных каменных материалов жидкими вяжущими для дорожного строительства: Автореф. дисс. ... докт. техн. наук – М.: МАДИ-ГТУ, 1999. – 38 с.

4. Салихов, М.Г. Щебеночно-мастичные асфальтобетоны пониженной стоимости для покрытий лесовозных дорог / М.Г. Салихов, В.М. Вайнштейн, Е.В. Вайнштейн // Вестник МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2009. – № 3 (7). – С. 64-67.

5. Салихов, М.Г. Влияние длительного нагревания на процессы старения и физико-механические свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавками отсеков дробления малопрочных известняков / М.Г. Салихов, Е.В. Вайнштейн // Вестник МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – Йошкар-Ола.: МарГТУ, 2010. – № 2 (9). – С. 82-86.

6. ГОСТ 9128-2009. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2010. – Введен в действие с 1.01.2011 г.

7. Рыбьев, И.А. Асфальтовые бетоны / И.А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 1969. – 369 с.

References

1. Veren'ko V.A. Novye materialy v dorozhnom stroitel'stve: [New materials in road construction]. Minsk.: UP«Tekhnoprint» Publishing House, 2004. 170 p.

2. Zimon A.D. Chto takoe adgeziya [What is adhesion]. M.: Nauka, 1983. 176 p.

3. Salikhov M.G. Razrabotka nauchno-prakticheskikh osnov ob'emnoy propitki malo-prochnykh kamennykh materialov zhidkimi vyazhushchimi dlya dorozhnogo stroitel'stva [Development of research and practice basis of volume penetration of soft aggregates with fluid binders for road building]. M.: MADI-GTU, 1999. 38 p.

4. Salikhov M.G., Vaynshteyn V.M., Vaynshteyn E.V. Shchebenochno-mastichnye asfal'tobetonny ponizhennoy stoimosti dlya pokrytiy lesovoznykh dorog [Low cost macadam and mastic asphalt concrete for logging roads topping]. Vestnik MarGTU. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Vestnik of Mari State Technical University. Ser: Forest. Ecology. Management of natural resources.]. Yoshkar-Ola.: MarGTU, 2009. No 3 (7). P. 64-67.

5. Salikhov M.G., Vaynshteyn E.V. Vliyaniye dlitel'nogo nagrevaniya na protsessy stareniya i fiziko-mekhanicheskie svoystva shchebenochno-mastichnogo asfal'tobetona s dobavkami otsekov drobleniya malo-prochnykh izvestnyakov [The Effect of Long-Term heating on ageing processes and physical and mechanical properties of macadam and mastic asphalt concrete with additives of dust of crushed soft limestone]. Vestnik MarGTU. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie [Vestnik of Mari State Technical University. Ser: Forest. Ecology. Management of natural resources.]. Yoshkar-Ola.: MarGTU, 2010. No 2 (9). P. 82-86.

6. GOST 9128-2009. Smesi asfal'tobetonnyye dorozhnyye, aerodromnyye i asfal'tobeton. Tekhnicheskyye usloviya [Asphaltic concrete mixtures for roads, aerodromes and asphaltic concrete. Specifications]. M.: Standartinform, 2010. Valid since 1.01.2011 g.

7. Ryb'ev I.A. Asfal'tovyye betony [Asphaltic concrete]. M.: Vysshaya shkola, 1969. 369 p.

Статья поступила в редакцию 05.03.12.

МАЛЯНОВА Лидия Ивановна – старший преподаватель, Волжский филиал Московского автодорожного института (Российская Федерация, Чебоксары). Область научных интересов – поиск и исследование органических бетонов для покрытий и оснований лесовозных автомобильных дорог с использованием местных отходов химической и строительной промышленности. Автор шести публикаций.

E-mail: Malyanova.lidia@mail.ru

САЛИХОВ Мухаммет Габдулхаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог, Поволжский государственный технологический университет (Российская Федерация, Йошкар-Ола). Область научных интересов – физико-химические процессы и экологические аспекты производства и применения дорожно-строительных материалов. Автор 185 публикаций, 10 патентов и авторских свидетельств СССР и РФ на изобретения.

E-mail: SalihovMG@volgatech.net

MALYANOVA Lidiya Ivanovna – Senior Lecturer, The Volga Branch of the Moscow Auto-Road Institute (Russian Federation, Cheboksary). Scientific interests - organic concrete for topping and base of logging auto-roads using effluents from local chemical and building industry. Author of six publications.

E-mail: Malyanova.lidia@mail.ru

SALIKHOV Mukhammet Gabdulkhayevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automobile Roads, Volga State University of Technology (Russian Federation, Yoshkar-Ola). Scientific interests – physical and chemical processes and environmental aspects of production and application of road building materials. Author of 185 publications, 10 patents and inventor's certificates of USSR and RF.

E-mail: SalihovMG@volgatech.net

L. I. Malyanova, M. G. Salikhov

THE STUDY OF THE IMPACT OF MODIFIED ADDITIVE ON SOME PROPERTIES OF ASPHALT CONCRETE WITH CRUSHED LIMESTONE DUST FOR TOPPING OF LOGGING ROADS

Key words: limestone; dolomite; activation; adhesion; aniline; novantox; logging roads.

One of the most efficient ways of production of asphalt concrete with improved performance properties is its modification, by means of addition of surfactant materials to binder. This method is more technologically viable, since it does not require construction and application of new equipment in asphalt concrete plants.

The aim of the work is reduction of costs and improvement of physical and mechanical properties of hot asphalt concrete with crushed limestone dust for base and surface course of logging roads.

Background and rationale of the set task is search and explanation of mechanisms of stability of microstructure of small stone asphalt, substituting components (stabilizer, igneous rocks sand and mineral filler) for by-passed stone of local aggregates from limestone and dolomite deposits using waste products of the chemical industry of Chuvashia for logging roads topping. The reason for such substitution is physical and chemical processes in interfaces of phases, such as activation, adsorptive and adhesive processes.

Theoretical models were verified by means of analysis of impact of additives containing aniline production by-products (LKMS1) and Novantox 8 PFDA (LKMS2) (antioxidant of Khimprom facility of the Chuvash Republic), on physical and chemical properties of hot bitumen-concrete mixtures of B-1 type. Laboratory tests were conducted according to the established procedures using standard asphalt-concrete cylindrical specimens 71,5 mm in diameter and height. These tests calculated mass specific gravity, water saturation, water resistance grade and strength of compression at temperatures of 20 °C and +50 °C. The work studies the impact of waste products of the Chuvash chemical industry (LKMS1 and LKMS2) on the bitumen and asphalt-concrete properties.

On the basis of conducted experiments the results of received asphalt-concrete specimens of standard and proposed composition were compared. In final specimens, sand and mineral filler was substituted for dust, produced of crushed carbonate rock, and mod-bit with 0,6 % additives was used as binding substance.

Application of LKMS1 and LKMS2 additives reduces water saturation factor to the lowest notch, it provides asphalt-concrete with a high cement factor. This condition enables lower quantity of binder (bitumen) in mixture. Addition of LKMS1 and LKMS2 to binder increases ultimate compressive strength of asphalt-concrete. The results of tests showed that compressive strength of specimens at the temperature of +20±2°C ranges from 5,4 to 7,1 MPa, which is higher than standard requirements.

LKMS1 and LKMS2 additives slightly affect the ultimate compressive strength of specimens, tested at a temperature of +50 °C. But these values are 1.5 higher than a lower limit. In summer the road surface heats up to the temperature of 50...60 °C. This reduces viscosity of bitumen bonds and lowers the strength. Consequently, rolling load on roads can cause plastic flows in the form of corrugations and ruts. Therefore the higher the strength index at a temperature of +50 °C is, the less possible is rutting on the road surface. Obtained strength values of specimen are ranged from 2.0 to 2.7 which meets the Specifications for Asphalt Concrete.

As a result of conducted theoretical and experimental research, it has been proved that physical and mechanical properties of Asphalt Concrete can be improved by means of additives of waste products of chemical industry and soft limestone of Chuvashia.