

Интернет-журнал «Транспортные сооружения» / Russian journal of transport engineering <http://t-s.today/>

2016, Том 3, №3 / 2016, Vol 3, No 3 <http://t-s.today/issues/vol3-no3.html>

URL статьи: <http://t-s.today/PDF/04TS316.pdf>

DOI: 10.15862/04TS316 (<http://dx.doi.org/10.15862/04TS316>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Ликомаскина М.А. Исследование долговечности асфальтобетонных составов в Мордовском государственном университете // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 3, №3 (2016)
<http://t-s.today/PDF/04TS316.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Likomaskina M.A. [Study of durability of asphalt compositions in Mordovia State University] Russian journal of transport engineering, 2016, Vol. 3, no. 3. Available at: <http://t-s.today/PDF/04TS316.pdf> (In Russ.)

УДК 691.168

Ликомаскина Майя Алексеевна¹

Национальный исследовательский «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Россия, Саранск²
Аспирант кафедры «Строительных материалов и технологий»
E-mail: chakichevama@list.ru

Исследование долговечности асфальтобетонных составов в Мордовском государственном университете

Аннотация. В статье описаны проводимые в Мордовском государственном университете исследования долговечности строительных композитов, приготовленных с применением битумных вяжущих модифицированных различными полимерами. Приводятся экспериментально-теоретические исследования физико-механических и реологических свойств, биодеструкции и биологического сопротивления, а также климатической стойкости асфальтобетонов. Произведен подбор плотных и пористых составов песчаных асфальтобетонов и исследованы их физико-механические свойства. Показано, что асфальтобетоны подвержены микробиологическому разрушению. Выявлено изменение физико-механических характеристик асфальтобетонов после воздействия мицелиальных грибов. У плотных асфальтобетонных смесей показатели биологической стойкости выше, чем у пористых материалов. Разработана технология получения асфальтобетонов с добавками «Телаз» различных марок и установлены физико-механические характеристики модифицированных асфальтобетонов. Исследована биологическая стойкость асфальтобетонов с добавками «Телаз» различных марок. Установлено, что введение в состав асфальтобетона модифицирующих добавок типа «Телаз» приводит к повышению грибостойкости на порядок, по сравнению с теми же составами на чистом битуме. Показаны количественные зависимости климатической стойкости асфальтобетонов.

Ключевые слова: асфальтобетоны; модифицированные материалы; долговечность; старение; биологическая и климатическая стойкость

Строительные материалы, приготовленные на органических вяжущих (битумах), используются в основном для устройства асфальтобетонных покрытий, а также для приготовления гидроизолирующих мастик, кровельных материалов. В литературе широко

¹ <http://vk.com/id17623171>

² 430005, Россия, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, 68

обсуждается изменение свойств органоминеральных смесей при воздействии механических, физических и химических факторов [1–6]. Все они в процессе эксплуатации подвергаются воздействию факторов «старения», что приводит вначале к их локальным повреждениям, а в конечном итоге к разрушению. В работах [7, 8] отмечено, что в условиях техногенного воздействия резко возрастает роль различных видов коррозии материалов зданий и сооружений. В работах [9–11] показано, что строительные материалы и изделия на неорганических вяжущих: цементных, полимер-цементных, серных, гипсовых и других, подвержены интенсивному биологическому разрушению.

Процессы биологического разрушения таких материалов изучены в лабораторных и производственных условиях, предложены фунгицидные добавки, повышающие долговечность композитов - пенобетонов и серобетонов [10, 11]. Это позволяет использовать накопленный опыт и для оценки биологического сопротивления асфальтобетона.

Известно, что существенным недостатком асфальтобетона на основе битума является его старение, сопровождающееся ухудшением деформативных свойств асфальтобетонных покрытий и приводящее к значительному сокращению срока службы. Установлено, что применение модификаторов позволяет резко уменьшить скорость протекания окислительных процессов и способствует весьма значительному повышению термоокислительной устойчивости модифицированного битума и повышению долговечности асфальтобетона на его основе [12, 13].

Покрытия автомобильных дорог в процессе эксплуатации находится под воздействием, главным образом, двух групп факторов - механических, обусловленных нагрузками от транспортных средств и погоднo-климатических. Под воздействием именно этих двух групп факторов происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетона в слое покрытия, снижающее его долговечность.

С.В. Шестоперов дает следующее определение старению – это свойство материала в результате протекания физико-химических процессов переходить из одного состояния в другое, теряя при этом способность сопротивляться нагрузкам и агрессивной внешней среде. Он отмечает, что для строителей-дорожников особый интерес представляет скорость изменения свойств битумоминеральных и асфальтобетонных покрытий за счет старения органических вяжущих, так как по мере увеличения срока эксплуатации дорог снижаются упруго-вязкопластические деформации, материал становится более хрупким, и покрытия постепенно покрываются трещинами [14].

Выше перечисленные факторы создают определенные условия для развития и размножения на асфальтобетонном покрытии и внутри него различных микроорганизмов (бактерии, грибы, актиномицеты), которые являются деструкторами материалов и непосредственно участвуют в процессе биоповреждения. Целью проводимых в Мордовском госуниверситете исследований является выявление устойчивости составов асфальтобетона при воздействии на них различных микроорганизмов в течение длительного периода времени.

Для изучения особенностей формирования микрофлоры, развивающейся на материалах, и влияния на нее окружающей среды, а также определения степени стойкости исследуемых объектов к воздействию грибов испытания проводят в условиях, максимально приближенных к эксплуатационным. Диапазон физико-механических факторов, которые влияют на развитие микроорганизмов, вызывающих повреждение испытуемых материалов, определяется климатом района и условиями эксплуатации материалов. Длительные натурные испытания позволяют получить наиболее достоверные данные о биостойкости материалов [15].

В.П. Киселевым, В.С. Филимоновым, М.Б. Бугаенко, А.А. Ефремовым (Институт архитектуры и строительства Сибирского государственного университета) исследована устойчивость асфальтобетона в присутствии фунгицидных добавок: смол пиролиза древесины кедр, смол пиролиза гидролизного лигнина, фторида натрия, угольной футеровки. Предложен экспресс-метод определения устойчивости к биодеструкции с использованием ингибирования светящихся бактерий [16].

В.Т. Ерофеевым, Д.А. Петруниным, С.П. Пронькиным (Мордовский госуниверситет) проведены исследования асфальтобетонов с биоцидными соединениями на основе смоляных кислот, перманганата калия, сульфата цинка, азотнокислого свинца, меди сернокислой. Проведены испытания асфальтобетонов, выдержанных в условиях воздействия почвенной среды и установлено, что почвенная микробиологическая среда оказывает разрушающее воздействие на битумные композиты [17].

Однако, при введении в состав асфальтобетонов биоцидных добавок, исследователи столкнулись с рядом трудностей: выкристаллизация химических веществ на поверхности образцов и дальнейшее их вымывание; введение некоторых биоцидов способствовало превышению предельно-допустимой концентрации вредного вещества согласно ГН 2.1.6.1338-03 «ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе»; модификация асфальтобетона некоторыми биоцидами значительно снизила физико-механические свойства, которые не соответствовали требованиям ГОСТ 9128-97. Существенным недостатком является и высокая стоимость добавок.

На кафедре строительных материалов и технологий Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва ведутся исследования влияния модификаторов Телаз 9-ти различных марок (ООО «Интерпромсервис», г. Саров, Нижегородская обл.) на физико-механические, биологические, климатические и реологические свойства асфальтобетонов.

Помимо определения физико-механических свойств асфальтобетонов, научный интерес представляло изучение их реологических свойств и долговечности в условиях воздействия биологических и химических агрессивных факторов.

Для исследования биологических характеристик (грибостойкость и фунгицидность) изготавливали образцы из асфальтобетона размером 1×1×3 см из асфальтобетона приготовленные с использованием специальной формы [18], после чего оценивали в соответствии с ГОСТ 9.049-91, методы 1 и 3 в лаборатории микробиологического анализа НИИХ ННГУ им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород). В ходе испытаний установлено, что введение в состав асфальтобетона модифицирующих добавок типа «Телаз» приводит к повышению грибостойкости на порядок, по сравнению с теми же составами на чистом битуме, причем независимо от плотности.

В работе [19] установлено, что введение модификаторов Телаз марки Л5 и Телаз марки Л7 в составы асфальтового вяжущего (бинарная смесь битума и минерального порошка) обеспечивает им устойчивость к действию микромицетов, рост которых на поверхности образцов получил оценку 1 балл (под микроскопом видны проросшие споры и незначительно развитый мицелий), т.е. материал содержит питательные вещества, которые обеспечивают незначительное развитие грибов.

Для исследования климатической стойкости образцы из асфальтобетона ($d=50\pm 2$ мм) выдерживали в условиях морского климата Черноморского побережья Краснодарского края в районе с. Абрау-Дюрсо. Образцы были выдержаны в следующих условиях: открытая атмосферная площадка, атмосферная площадка под навесом, морская вода и почва. Срок выдерживания образцов составлял от 4 месяцев до 3 лет. После каждого этапа исследовались

физико-механические свойства (средняя плотность, водонасыщение, прочность при сжатии при 50, 20 и 0°С, водостойкость).

После экспонирования образцов в климатических зонах морского побережья образцы были исследованы в лаборатории микробиологического анализа НИИ химии ННГУ им. Н.И. Лобачевского (г. Нижний Новгород) с целью определения видового состава микроскопических грибов, заселяющих их.

После проведенных исследований были выявлены оптимальные составы асфальтобетонов, стойких к биологическому разрушению и воздействию климатических факторов. Подобраны и оптимизированы эффективные составы модифицированных асфальтобетонных смесей, обладающие повышенными физико-механическими свойствами и повышенной стойкостью в биологически агрессивных средах.

Увеличение долговечности разработанных составов, выдержанных в климатических условиях Черноморского побережья на 25-40% по различным показателям физико-механических свойств, позволяет прогнозировать увеличение срока службы асфальтобетона покрытий в схожих условиях агрессивного воздействия как минимум на 25%. Если принять во внимание, что гарантийный срок эксплуатации верхнего слоя покрытия составляет 5 лет, то можно рассчитывать на увеличение срока службы асфальтобетонного покрытия на 10-14 месяцев.

Предложенный долговечный асфальтобетон найдет применение при производстве строительных работ, как малыми, так и крупными подрядными строительными организациями при устройстве покрытий на объектах промышленного, гражданского, дорожного назначения, эксплуатируемых в том числе в условиях агрессивных биологических сред. Полученные результаты можно коммерциализировать двумя взаимодополняющими друг друга способами: организация выпуска полученных добавок на базе малого предприятия с последующими их поставками на асфальтобетонные заводы; продажа готовой технологии получения биостойких асфальтобетонов крупным подрядным организациям. В перспективе планируется строительство в Мордовии опытных участков с использованием разработанных составов асфальтобетонных смесей, осуществление мониторинга за состоянием дорожного покрытия и дальнейшее их широкое внедрение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баринов Е.Н. Оценка и прогнозирование долговечности дорожных асфальтобетонных покрытий. - С-Пб., 1993.
2. Золотарев В.А. Долговечность дорожных асфальтобетонов - Харьков: ВИЦА ШКОЛА, 1977.
3. Лобзова К.Я., Горелышев Н.В. Техническая информация. Влияние плотности покрытий на их долговечность. – М., 1963.
4. Илиополов С.К., Углова Е.В. Долговечность асфальтобетонных покрытий в условиях роста динамического воздействия транспортных средств. – М, Федеральное дорожное агентство Министерства транспорта РФ, 2007.
5. Гезенцев Л.Б., Горелышев Н.В., Богуславский А.М. [и др.]. Дорожный асфальтобетон. - М., Транспорт, 1985.

6. Мананков А.В., Подшивалов И.И., Фатыхова Ю.И. [и др.]. Эволюционно-диффузная математическая модель воздействия микроорганизмов на строительные материалы // Изв. вузов. Строительство. - 2006. - №8. - С. 20–25.
7. Котлярский Э.В. Строительно-технические свойства дорожного асфальтобетона. - М., 2004.
8. Котлярский Э.В., Воейко О.А. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации. – М., 2007.
9. Власов Д.Ю., Зеленская М.С. Особенности колонизации мрамора микромицетами (СЭН – исследование) // Микология и фитопатология. - 2001. - Т. 35. - №5. - С. 10–12.
10. Илиополов С.К., Мардиросова И.В., Углова Е.В. Развитие процессов старения битумов в асфальтобетонных покрытиях асфальтобетонных дорог // Изв. вузов. Строительство. - 1994. - №3. - С. 48–52.
11. Углова Е.В., Илиополов С.К., Мардиросова И.В. Старение асфальтобетона в условиях юга России // Автомобильные дороги. - 1993. - №4. - С. 26–28.
12. Ерофеев В.Т. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов (технология, свойства, долговечность): монография / В.Т. Ерофеев, Ю.М. Баженов, Ю.И. Калгин [и др.]; под ред. Ю.М. Баженова, В.Т. Ерофеева. - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – С. 85.
13. Ерофеев В.Т. Каркасные строительные композиты: дис. ... д-ра. тех. наук / В.Т. Ерофеев; Моск. гос. универ. сообщ., 1993. – С. 51.
14. Шестоперов С.В. Дорожно-строительные материалы: учебник / С.В. Шестоперов. – М.: Высшая школа, 1969. – С. 396.
15. Каневская И.Г. Биологическое повреждение промышленных материалов / И.Г. Каневская. – Л.: Наука, 1984. - 232 с.
16. Киселев В.П., Ефремов А.А., Бугаенко М.Б. Органический компонент асфальтобетонных смесей // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. - 2012. - №3. - С. 207-218.
17. Ерофеев В.Т., Петрунин Д.А., Смирнов В.Ф., Ликомаскин А.И. [и др.]. Асфальтобетонная смесь // Патент России № 2308430. - 2005. - Бюл. № 29.
18. Заявка на изобретение № 2014151065, МПК В 22 С 9/00, G 01 N 33/38. Форма для изготовления асфальтобетонных образцов / Ерофеев В.Т., Сальникова А.И., Ликомаскин А.И. Заявитель: ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва», заявл. 16.12.2014.
19. Ерофеев В.Т. Исследование биостойкости битумных и полимербитумных композитов и видового состава микобиоты, выделенной с материалов, экспонированных в условиях влажного морского климата и после старения в морской воде / В.Т. Ерофеев, А.И. Сальникова, В.Ф. Смирнов [и др.] // Приволжский Научный Журнал. – 2015. – №3. – С. 52-61.

Likomaskina Mayya Alekseevna
Ogarev Mordovia state university, Russia, Saransk
E-mail: chakichevama@list.ru

Study of durability of asphalt compositions in Mordovia State University

Abstract. This article describes the carried out in Mordovia State University study longevity building composites prepared using bitumen binders modified by various polymers. Experimentally-theoretical studies of the physical and mechanical and rheological properties, biodegradability and biological resistance and climate resistance of asphalt. Produced selection of dense and porous sand asphalt compositions and studied their physical and mechanical properties. Shown asphalt concretes that are subject to microbiological degradation. The changes of the physical and mechanical characteristics of asphalt concrete after exposure to filamentous fungi. In dense asphalt mixes biological stability indices higher than the porous material. The technology of asphalt with additives "Telaz" different brands and established physical and mechanical properties of modified asphalt. The biological stability of asphalt with additives "Telaz" different brands. The introduction of the asphalt concrete modifiers such as "Telaz" leads to an increase in an order of fungal resistance, compared with the same compositions in pure bitumen. Showing quantitative depending on climatic resistance of asphalt concretes.

Keywords: asphalt concretes; modified materials; durability; aging; biological and climatic resistance

REFERENCES

1. Barinov E.N. Otsenka i prognozirovaniye dolgovechnosti dorozhnykh asfal'tobetonykh pokrytiy. - S-Pb., 1993.
2. Zolotarev V.A. Dolgovechnost' dorozhnykh asfal'tobetonov - Khar'kov: VISHchA ShKOLA, 1977.
3. Lobzova K.Ya., Gorelyshev N.V. Tekhnicheskaya informatsiya. Vliyaniye plotnosti pokrytiy na ikh dolgovechnost'. – M., 1963.
4. Iliopolov S.K., Uglova E.V. Dolgovechnost' asfal'tobetonykh pokrytiy v usloviyakh rosta dinamicheskogo vozdeystviya transportnykh sredstv. – M, Federal'noe dorozhnoe agentstvo Ministerstva transporta RF, 2007.
5. Gezentsvey L.B., Gorelyshev N.V., Boguslavskiy A.M. [i dr.]. Dorozhnyy asfal'tobeton. - M., Transport, 1985.
6. Manankov A.V., Podshivalov I.I., Fatykhova Yu.I. [i dr.]. Evolyutsionno-diffuznaya matematicheskaya model' vozdeystviya mikroorganizmov na stroitel'nye materialy // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. - 2006. - №8. - S. 20–25.
7. Kotlyarskiy E.V. Stroitel'no-tehnicheskies svoystva dorozhnogo asfal'tobetona. - M., 2004.
8. Kotlyarskiy E.V., Voeyko O.A. Dolgovechnost' dorozhnykh asfal'tobetonykh pokrytiy i faktory, sposobstvuyushchie razrusheniyu struktury asfal'tobetona v protsesse ekspluatatsii. – M., 2007.

9. Vlasov D.Yu., Zelenskaya M.S. Osobennosti kolonizatsii mramora mikromitsetami (SEN – issledovanie) // Mikologiya i fitopatologiya. - 2001. - T. 35. - №5. - S. 10–12.
10. Iliopolov S.K., Mardirosova I.V., Uglova E.V. Razvitie protsessov stareniya bitumov v asfal'tobetonnykh pokrytiyakh asfal'tobetonnykh dorog // Izv. vuzov. Stroitel'stvo. - 1994. - №3. - S. 48–52.
11. Uglova E.V., Iliopolov S.K., Mardirosova I.V. Starenie asfal'tobetona v usloviyakh yuga Rossii // Avtomobil'nye dorogi. - 1993. - №4. - S. 26–28.
12. Erofeev V.T. Dorozhnye bitumomineral'nye materialy na osnove modifitsirovannykh bitumov (tekhnologiya, svoystva, dolgovechnost'): monografiya / V.T. Erofeev, Yu.M. Bazhenov, Yu.I. Kalgin [i dr.]; pod red. Yu.M. Bazhenova, V.T. Erofeeva. - Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2009. – S. 85.
13. Erofeev V.T. Karkasnye stroitel'nye kompozity: dis. ... d-ra. tekh. nauk / V.T. Erofeev; Mosk. gos. univer. soobshch., 1993. – S. 51.
14. Shestoperov S.V. Dorozhno-stroitel'nye materialy: uchebnik / S.V. Shestoperov. – M.: Vysshaya shkola, 1969. – S. 396.
15. Kanevskaya I.G. Biologicheskoe povrezhdenie promyshlennykh materialov / I.G. Kanevskaya. – L.: Nauka, 1984. - 232 s.
16. Kiselev V.P., Efremov A.A., Bugaenko M.B. Organicheskiy komponent asfal'tobetonnykh smesey // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. - 2012. - №3. - S. 207-218.
17. Erofeev V.T., Petrunin D.A., Smirnov V.F., Likomaskin A.I. [i dr.]. Asfal'tobetonnyaya smes' // Patent Rossii № 2308430. - 2005. - Byul. № 29.
18. Zayavka na izobrenenie № 2014151065, MPK V 22 S 9/00, G 01 N 33/38. Forma dlya izgotovleniya asfal'tobetonnykh obraztsov / Erofeev V.T., Sal'nikova A.I., Likomaskin A.I. Zayavitel': FGBOU VO «MGU im. N.P. Ogareva», zayavl. 16.12.2014.
19. Erofeev V.T. Issledovanie biostoykosti bitumnykh i polimerbitumnykh kompozitov i vidovogo sostava mikrobioty, vydelennoy s materialov, eksponirovannykh v usloviyakh vlazhnogo morskogo klimata i posle stareniya v morskoy vode / V.T. Erofeev, A.I. Sal'nikova, V.F. Smirnov [i dr.] // Privolzhskiy Nauchnyy Zhurnal. – 2015. – №3. – S. 52-61.