

УДК 625.856

## ПРОБЛЕМА ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ И ПУТИ ЕЁ РЕШЕНИЯ

<sup>1</sup>Ястремский Д.А., <sup>1</sup>Абайдуллина Т.Н., <sup>2</sup>Чепур П.В.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет», Тюмень, e-mail: yaster.dmitry@yandex.ru; abaydullina\_t@mail.ru;

<sup>2</sup>Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, e-mail: chepur@me.com

В строительстве автомобильных дорог широкое применение и популярность имеет щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА). ЩМА является разновидностью асфальтобетона, отличающегося повышенной каркасностью, долговечностью и устойчивостью к различным внешним воздействиям. В России данный материал появился относительно недавно, но уже по достоинству завоевал отечественный рынок. К концу 60-х годов прошлого столетия обострилась проблема повышения устойчивости асфальтобетонных покрытий к возрастающим нагрузкам и интенсивности движения автомобилей, связанным в том числе с увеличением доли грузовых автомобилей в транспортном потоке. В связи с этим покрытие теряет свою эксплуатационную пригодность гораздо раньше нормативного срока, поэтому актуальным вопросом в настоящее время становится разработка современной стабилизирующей добавки для улучшения физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона.

**Ключевые слова:** асфальтобетон, щебеночно-мастичный асфальтобетон, стабилизирующая добавка, гранулы, долговечность, ЩМА

## THE PROBLEM OF THE DURABILITY OF ASPHALT PAVEMENT AND ITS SOLUTION

<sup>1</sup>Yastremskiy D.A., <sup>1</sup>Abaydullina T.N., <sup>2</sup>Chepur P.V.

<sup>1</sup>FSBEI HPE «Tyumen State University of Architectural and Civil engineering», Tyumen, e-mail: yaster.dmitry@yandex.ru; abaydullina\_t@mail.ru;

<sup>2</sup>Tyumen State Oil and Gas University, Tyumen, e-mail: chepur@me.com

In the sphere of the roads construction stone mastic asphalt (SMA) has wide using great popularity. SMA is a kind of asphalt concrete which is characterized by its frame and resistance to external impact. In Russia, this material appeared recently, but deservedly won the Russian market. By the end of the 60-ies of the last century the problem of stability of asphalt layers and the entire pavement to increasing (the increase in the proportion of trucks in traffic) loads and traffic intensity aggravated. The coating does not stand up and wears out much earlier than the normative lifetime. Because of this fact the road surface loses its running ability earlier than rated life, so the problem of creation of modern stabilizer to improvement of physical and mechanical properties of SMA is topical question nowadays.

**Keywords:** asphalt concrete, stone mastic asphalt concrete, stabilizing agent, particle, durability, SMA

Проблема повышения долговечности асфальтобетонных покрытий, несомненно, обладает актуальностью в настоящее время, как в России, так и за рубежом. Более того, в связи с развитием сети автомобильных дорог важность этой проблемы возрастает с каждым годом. Асфальтобетон – самый распространённый материал в дорожном строительстве. За период с 2006 по 2015 г., по данным Росстата, объем производства асфальтобетонных смесей в России увеличился на 54% и достиг почти 40 млн т в год. Несмотря на многочисленные преимущества данного материала, в последнее время очень актуальна проблема повышения его качества. В условиях современного скоростного интенсивного движения с каждым днём увеличивается масса транспортных средств и их количество, в то время как нормативная документация остаётся без изменений. Под влиянием жёсткого климата Западной Сибири (широкий спектр из-

менения температур в течение всего года, значительное количество осадков, суточные перепады температур) наблюдается ускоренное разрушение, интенсивное старение и уменьшение срока службы покрытий, что при учёте объёма производства приводит к огромным затратам. Несомненно, возникает также проблема безопасности движения. В связи с этим остро встаёт вопрос повышения качества материалов для устройства дорожных покрытий. Одним из способов решения этой проблемы является применение щебеночно-мастичных асфальтобетонов с различными стабилизирующими добавками, улучшающими свойства асфальтобетона и покрытия в целом.

В настоящее время в нашей стране накоплен большой опыт в сфере модификации асфальтобетона. Следует особо отметить исследования учёных, таких как П.А. Ребиндер, И.М. Руденская, Н.Б. Урьев, А.С. Колбановская, которые занимались

разработкой различных способов модификации битума, в том числе добавок, влияющих на сцепление битума с каменными материалами из кислых и основных пород. Такие ученые, как М.И. Волков, И.В. Королёв, А.М. Богуславский, Н.В. Горелышев, внесли значительный вклад в развитие теории структурообразования асфальтобетона. Огромное значение имеют работы И.М. Борща, Л.Б. Гезенцева, И.М. Кучмы, Г.К. Сюньи, которые занимались разработкой технологических приемов дисперсного армирования асфальтобетонных смесей, предусматривающих введение в рабочую зону асфальтосмесительной установки полимерного материала не в виде волокон, как это осуществлялось ранее, а в виде расплава или раствора, что существенно повысило адгезию нефтяного битума к поверхности армирующих полимеров. Среди зарубежных работ стоит выделить труды, написанные в США, где изучением асфальтобетона занимаются крупные организации и ассоциации.

Тем не менее значительная часть указанных разработок осталась на стадии лабораторных исследований и не получила внедрения в производственную деятельность.

Целью данной работы является исследование проблемы долговечности асфальтобетонного покрытия и определение путей и методов ее решения в настоящее время.

С каждым годом увеличивается интенсивность движения и средняя величина нагрузки на ось грузовых автомобилей. В таких условиях вполне очевидна необходимость улучшения физико-механических свойств асфальтобетона. Как в России, так и за рубежом всё большую популярность набирает щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА). ЩМА является разновидностью асфальтобетона, который отличается повышенной каркасностью. По сравнению со смесями, приготовленными по ГОСТ

9128-2013, ЩМА имеет повышенное содержание битума (5,5–7,5%), которое препятствует проникновению влаги, за счёт чего повышается водо-, морозостойкость, трещиностойкость, повышается устойчивость к старению материала и щебня (70–90%), что позволяет образовать прочный скелет, который в конечном итоге определяет высокую сдвигоустойчивость покрытия. Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) был разработан в 1966 году в Германии и начиная с 1970 года стал широко применяться в дорожном строительстве, получив название «Splittmastixasphalt» (SMA) [8–9].

В России первые опытные участки с покрытиями из ЩМА появились в 2000 году на дорогах М-4 «Дон», М-1 «Беларусь». В 2001 году эксперимент был продолжен на дорогах МКАД – Кашира, МКАД – Железнодорожный – Ликино, в г. Ханты-Мансийске, на мосту через реку Обь в г. Новосибирске, на стоянке воздушных судов в аэропорту Домодедово. Основные объемы дорожного строительства за 2002 год приведены в табл. 1. В это же время строятся опытные участки в Белоруссии, Украине и других странах СНГ.

ЩМА изготавливается на обычных асфальтобетонных заводах, оборудованных смесителями принудительного перемешивания, путем смешения в нагретом состоянии щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка, битума или полимерно-битумного вяжущего. Однако повышенное содержание органического вяжущего может привести к его стеканию с поверхности зёрен щебня при высоких температурах приготовления, а затем хранения и укладки смеси. Для решения этой проблемы в состав ЩМА обязательно вводят стабилизирующие добавки. Как показала практика, от качества стабилизирующей добавки зависит качество ЩМА.

Таблица 1

Объемы строительства дорожных покрытий из ЩМА в 2002 году

Наименование автодороги	Участок, км	Площадь покрытия, м <sup>2</sup>	Строительная организация
МКАД-Кашира (М-4)	72–105	474000	ОАО «Центродорстрой»
Обход г. Коломны	104–107	24000	
Носовихинское шоссе	9–16	75000	ГП «Ногинский Автодор»
Москва – Санкт-Петербург	47–62, 72–85	354000 236000	ЗАО «АДС»
Волоколамское шоссе	25–30	80000	ООО «Автодор-ККБ Звенигород»
Москва – Минск (М-1)	187–198	68000	ЗАО «Труд»
Москва – Минск (М-1)	320–327	114000	ОАО «Смоленскдорстрой»
Щелковское шоссе	27–32	35000	УГП ДРСУ № 9
г. Хабаровск, ул. Комсомольская	–	650	Управление дорог и благоустройства
г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина	–	600	МУП СДРСУ

Их структурирующее действие позволяет гомогенизировать смесь, предотвращая сегрегацию и стекание (отслоение) битумного вяжущего при высоких температурах. Основная задача таких добавок – увеличение толщины битумных плёнок, обеспечение присутствия свободного битума [2]. Процесс приготовления технологичен, экономичен и не требует каких-либо специальных дорогостоящих дополнительных устройств. Необходимо только обеспечить дозирующее устройство для ввода добавки в щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь. В процессе приготовления щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси важно как можно более точно выдерживать соотношение компонентов, установленное при подборе состава в лаборатории. Погрешность дозирования компонентов не должна превышать: для щебня  $\pm 2\%$ , для минерального порошка и битума  $\pm 1,5\%$ , для добавки волокон  $\pm 2,5\%$  от массы соответствующего компонента [1].

Стабилизирующую добавку вводят, как правило, в минеральную часть смеси перед объединением ее с битумом. Добавка помогает исключить отслоение и стекание вяжущего при хранении и транспортировании горячей смеси, а также улучшает однородность и физико-механические свойства ЦМА [4].

За годы своего использования ЦМА продемонстрировал прекрасные эксплуатационные качества, и в 1984 году был введен первый национальный стандарт Германии на его спецификацию и применение [2]. В России нормативным документом на ЦМА является ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия», разработчиком которого является ФГУП «СоюздорНИИ». Как было сказано выше, ЦМА не может изготавливаться без стабилизирующих добавок. В качестве стабилизирующей добавки применяют целлюлозное волокно или специальные гранулы на его основе, которые должны соответствовать требованиям технической документации предприятия-изготовителя.

Целлюлозное волокно должно иметь ленточную структуру нитей длиной от 0,1 мм до 2,0 мм. Волокно должно быть однородным и не содержать пучков, скоплений нераздробленного материала и посторонних включений. По физико-механическим свойствам целлюлозное волокно должно соответствовать значениям, указанным в табл. 2 [1].

Допускается применять другие стабилизирующие добавки, включая поли-

мерные или иные волокна с круглым или удлиненным поперечным сечением нитей длиной от 0,1 мм до 10,0 мм, способные сорбировать (удерживать) битум при технологических температурах, не оказывая отрицательного воздействия на вяжущее и смеси [4].

**Таблица 2**  
Нормативные значения  
для целлюлозных волокон

Наименование показателя	Значение показателя
Влажность, % по массе, не более	8,0
Термостойкость при температуре 220 °С по изменению массы при прогреве, %, не более	7,0
Содержание волокон длиной от 0,1 мм до 2,0 мм, %, не менее	80

На сегодняшний день известно большое количество стабилизирующих добавок для щебеночно-мастичного асфальтобетона. В настоящее время на российском рынке зарекомендовали себя следующие стабилизирующие добавки, характеристики которых приведены в табл. 3 [4].

На рисунке представлены различные виды таких добавок, а также совершенно новые, пока что не получившие широкого распространения, стабилизирующие добавки, такие как «FORTA», «OUPONT», «Армидон», различные виды резиновой крошки, синтетические волокна, фиброволокна.

Примечательно то, что все представленные в табл. 3 добавки в основном состоят из целлюлозных волокон. Именно целлюлозное волокно удерживает на своей поверхности битум, а не впитывает его. За счёт чего старение происходит медленнее, а соответственно, срок службы покрытия увеличивается.

Авторским коллективом [7] разработана новая стабилизирующая добавка на целлюлозной основе – «Армидон» с добавлением ПАВ. Это инновационный продукт, который в настоящее время проходит проверку и ряд испытаний как в лабораторных, так и производственных условиях. Уже на этом этапе можно сказать, что данная добавка показывает отличные результаты по удерживающей способности органического вяжущего, что позволяет снизить процентное содержание битума в смеси, а также улучшить прочность материала.

Таблица 3

## Общая характеристика стабилизаторов ЦМАС

Производитель	Торговая марка	Описание стабилизатора
ООО «Фирма ГБЦ»	СД-1, СД-Супер	Волокна сульфатной целлюлозы (85%), органические связки (15%)
ЗАО Фирма «Эмка»	Гасцел	2 разновидности – гранулированное или негранулированное целлюлозное волокно
ООО «Хризотоп»	Хризотоп	Гранулы из асбестового волокна
Interchimica SRL	ITERFIBRA	Цилиндрические гранулы 6–8 мм из мелковолоконистой целлюлозы
«Antrocelas», UAB	Antrocel-G	Волокнистая масса, полученная из макулатуры и отходов
CFF GmbH & co kg	Topcel	Масса длинно- и мелковолоконистая. Содержание целлюлозы – $80 \pm 5\%$ .
J. Rettenmeier & Sohne GMBH & Co. (JRS GmbH & Co.)	Viator 66, Viator Premium	Viator 66 – цилиндрические гранулы 2–10 мм из мелковолоконистой целлюлозы (66%), агломерированной дорожным битумом (34%). Viator Premium – цилиндрические гранулы 4–8 мм (90%), агломерированные дорожным битумом (10%).



Стабилизирующие добавки для ЦМА

**Вывод**

Приведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что щебеночно-мастичный асфальтобетон в настоящее время является очень перспективным материалом в дорожном строительстве. Об этом свидетельствует массовое применение ЦМА в большинстве стран, в том числе и России. Благодаря своей уникальной структуре, во многих регионах нашей страны ЦМА был признан одним из лучших видов дорожного покрытия благодаря устойчивым показателям ровности, шероховатости и сцепления в процессе его эксплуатации. Учитывая ранее выполненные нами исследования, а также оригинальную научную разработку, предлагаемую авторским коллективом [7], необходимо решить следующие задачи:

– разработать стабилизирующую добавку для щебеночно-мастичного асфальтобетона, которая будет отвечать требованиям ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия», а также обеспечит повышение удерживающей способности и, следовательно,

– осуществить подбор таких компонентных материалов, которые с учётом

предварительного технико-экономического обоснования не приведут к удорожанию строительства и будут конкурентоспособны.

**Список литературы**

1. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетоны щебеночно-мастичные. Технические условия. – 2003-05-01. – М.: МНТКС, 2003. – 32 с.
2. Кирюхин Г.Н., Балашов С.Ф., Сокальская М.Б. Устройство слоев износа из горячих щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей // Труды СоюздорНИИ. Юбилейный выпуск. – М., 2001. – С. 76–84.
3. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. М.: ООО Изд-во «Элит», 2009. – 176 с.
4. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий. – Нижний Новгород: НГАСУ, 2009. – 67 с.
5. Костин В.И. Щебеночно-мастичный асфальтобетон для дорожных покрытий: учебное пособие по курсу «Новые технологии в дорожном строительстве» для студентов специальности 270205 – «Автомобильные дороги и аэродромы» и слушателей системы дополнительного профессионального образования. – Н. Новгород, издание ННГАСУ, 2009. – 65 с.
6. Мухаметханов А.М., Нугманов О.К., Гаврилов В.И. Способ получения стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси // Вестник Казанского технологического университета. – 2010. – № 6. – С. 204–210.
7. Ястремский Д.А., Абайдуллина Т.Н., Пахомов И.А. Изучение вида и типа стабилизирующих добавок в ЦМА смесях // Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов, соискателей и магистрантов. – Тюмень: ТюмГАСУ, 2015. – С. 213–218.
8. Asphalt | Taschenkalender: BGA. Bonn, 2003.
9. Splittmastixasphalt,-Dr.-Ing. K.H. Kolb die Herren H. Erhard, F. Hoggenmuller, O. Kast und andere. / LEITFADEN. Deutscher Asphaltverband (DAV), 27 p.