

*Гриджин А.М., д-р техн. наук, проф.,
Азаров Д.С., магистрант
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова
Куцына Н.П., канд. техн. наук
ОГКУ «УпрДорТранс Белгородской области»*

НАНОБИТ СД – ЭФФЕКТИВНАЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩАЯ ДОБАВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ*

Dimazarov@yandex.ru

Приведены результаты экспериментального исследования щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с различными стабилизирующими добавками для выявления наилучших показателей физико-механических свойств. Представлены результаты испытаний, проведен анализ полученных данных. Установлено, что применение стабилизирующей добавки Нанобит-СД позволяет получить более прочный и устойчивый к образованию колеи материал для покрытий современных автодорог.

Ключевые слова: *щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), стабилизирующая добавка, физико-механические свойства.*

Введение. Учитывая возрастающие интенсивность движения и нагрузки на дорожное полотно, увеличивается необходимость в использовании современных материалов для строительства автодорог. Наиболее перспективным материалом для дорожного строительства является щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА), который по сравнению с классическими асфальтобетонами обладает большими преимуществами. Как показал опыт использования за рубежом и в нашей стране, покрытия из ЩМА более сдвигустойчивые и износостойкие по сравнению с традиционными асфальтобетонными, обеспечивают повышенные значения коэффициента сцепления с колесом и более долговечные.

Специфичные по составу и структуре ЩМА содержат прочный щебень с улучшенной кубовидной формой зерен, «объемный» битум и небольшое количество стабилизирующей добавки (чаще всего волокнистой) для предотвращения стекания вяжущего и обеспечения устойчивости смеси к расслаиванию в процессе транспортировки.

Жесткая скелетная структура из щебня обуславливает надежную сопротивляемость слоя пластическим сдвиговым деформациям, наличие

большого количества вяжущего, заполняющего межзерновое пространство, делает ЩМА более долговечным. Кроме того, высокое содержание крупной фракции каменного материала позволяет получить шероховатую поверхность покрытия и обеспечить хорошее сцепление колеса с покрытием [1, 2].

Основные виды щебеночно-мастичных асфальтобетонов, их параметры и показатели физико-механических свойств, методы контроля и правила приемки определяются ГОСТ 31015-2002 [3].

Как известно, существенное отличие составов ЩМА от обычного асфальтобетона – это применение специальных стабилизирующих добавок на основе натуральных целлюлозных волокон, позволяющих увеличить толщину битумного слоя на поверхности минеральной части.

Целлюлозное волокно должно иметь ленточную структуру нитей длиной от 0,1 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 таблице 1 [3].

Таблица 1

Физико-механические свойства целлюлозного волокна

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

В настоящее время актуален вопрос импортозамещения во всех отраслях промышленности, в том числе и в дорожном строительстве.

Поэтому исследования, направленные на изучение эффективности использования местных стабилизирующих добавок для улучшения

структуры и свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона, актуальны и имеют важное практическое значение [4–7].

Наибольшее распространение на мировом рынке получили битуминизированные гранулированные гидрофобизированные целлюлозные добавки зарубежного производства. Наряду с положительными характеристиками (время хранения, возможность хранения на открытом воздухе, простота дозировки), они имеют и отрицательные – высокую стоимость [8, 9].

Основная часть. Целью настоящей работы явилось исследование влияния стабилизирующей добавки Нанобит-СД производства ООО «Селена» по сравнению с известными стабилизаторами на свойства ЩМА.

Оптимизация подбора смеси, сочетание выбора минеральных заполнителей, типа материала и стабилизирующей добавки всегда являлись основными задачами строительства долговечных покрытий [10].

Общие принципы проектирования составов смесей остаются неизменными, в то же время подбор состава ЩМА имеет свои особенности.

Процесс подбора оптимального состава ЩМА условно осуществлялся в три этапа:

1. Лабораторные испытания качества исходных материалов;
2. Подбор рационального соотношения содержания щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка, битума и стабилизирующей добавки;
3. Сравнение вариантов подобранных составов смесей.

Для проведения исследований использовались следующие материалы:

- щебень гранитный фр. 5–10 мм ККУ «Кварц»;
- песок из отсевов дробления гранита фр. 0–5 мм ОАО «Павловск Неруд»;
- минеральный порошок МП-1 известняковый;
- битум БНД 60/90, в т.ч. 0,8 % ПАВ ДАД-1 марки А;
- стабилизирующая добавка.

Важнейшим элементом структуры асфальтобетона является щебень. Для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей принято использовать щебень узких фракций по ГОСТ 8267-93 из плотных трудно шлифуемых горных пород, обладающий хорошим сцеплением с битумным вяжущим. Он обеспечивает высокие фрикционные свойства поверхности устраиваемых покрытий, что важно для безопасности автомобильного движения.

Применяемый в исследованиях щебень по форме зерен относится к I группе. Его грануло-

метрический состав вместе с другими минеральными материалами обеспечивает получение смеси, удовлетворяющей требованиям оптимальной плотности.

Для приготовления смесей ЩМА необходимо использовать песок только из отсевов дробления горных пород с прочностью не ниже 1000, отвечающий требованиям ГОСТ 31424-2010, который должен быть чистым и не иметь загрязняющих примесей.

По данным физико-механических испытаний применяемый для исследований песок из отсевов дробления гранита пригоден для приготовления исследуемых щебеночно-мастичных смесей.

Минеральный порошок, представляющий собой полидисперсный материал, является важнейшим структурообразующим компонентом щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Минеральный порошок должен отвечать требованиям ГОСТ Р 52129-2003. Стандартный минеральный порошок марки МП-1 получают в результате помола карбонатных горных пород (в данных исследованиях - известняка) в специальных мельницах.

Для приготовления щебеночно-мастичных асфальтобетонов использовался битум нефтяной дорожный вязкий марки БНД 60/90, отвечающий требованиям ГОСТ 22245-90. Из-за плохого сцепления вяжущего с используемым щебнем применялась адгезионная присадка ДАД-1 марки А [11] в количестве 0,8 % от массы битума.

Зерновой состав минеральной части ЩМА подбирался на основании предварительно установленных зерновых составов фракционированного щебня, песка из отсевов дробления и минерального порошка по установленным ГОСТ 31015-2002 предельным кривым зернового состава.

Как уже упоминалось, одним из основных структурообразующих компонентов ЩМА является стабилизирующая добавка. Вид и свойства этих добавок имеют большое значение для обеспечения требуемого содержания вяжущего и повышения качества смеси.

В работе использовались следующие стабилизирующие добавки: Хризотоп [12, 13], Антроцел [14] и Нанобит-СД [15, 16]. Для оценки влияния стабилизирующей добавки на свойства ЩМА исследовались асфальтобетонные смеси следующих составов:

- щебень гранитный фр. 5–10 мм ККУ «Кварц» – 68,00 %;
- песок из отсевов дробления гранита фр. 0–5 мм ОАО «Павловск Неруд» – 22,00 %;
- минеральный порошок МП-1 известняковый – 10,00 %;

– битум БНД 60/90, в т.ч. 0,8 % ПАВ ДАД-1 марки А – 6,8 %;

– стабилизирующая добавка – 0,43 %.

В состав №1 входила стабилизирующая добавка Хризотоп, в состав №2 – Антропоцел, в состав №3 - Нанобит-СД.

Внешний вид гранулированных добавок Хризотоп, Антропоцел и Нанобит-СД представлены на рис.1, свойства – в табл. 2.



Рис. 1. Внешний вид исследуемых стабилизирующих добавок

Таблица 2

Свойства гранулированных стабилизирующих добавок

Наименование показателя	Наименование стабилизирующей добавки		
	Хризотоп	Антропоцел	Нанобит СД
Средняя длина гранулы, мм	10-50	50-70	10-50
Средняя толщина гранулы, мм	6±1	6-7	6±1
Влажность, % по массе	не более 8	не более 5	не более 8
Насыпная плотность гранул, кг/м ³	700-750	700-750	700-750
Термостойкость, °С	700	не ниже 500	не ниже 500

Все стабилизирующие добавки вводились на разогретый каменный материал одновременно с минеральным порошком, производилось сначала «сухое» перемешивание, затем «мокрое» перемешивание смеси с битумом для равномерного распределения стабилизирующих добавок в асфальтовом вяжущем веществе.

Эффективность применения стабилизирующих добавок оценивалась по показателю стекания вяжущего и по их влиянию на комплекс физико-механических свойств ЩМА.

Полученные показатели физико-механических свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей с различными стабилизирующими добавками представлены в таблице 3.

Результаты исследований устойчивости к расслаиванию смеси показали, что лучшее структурирующее влияние оказывают стабилизирующие добавки Нанобит СД и Хризотоп, имеющие показатель стекания 0,09 % и 0,10 %

соответственно. Этот показатель для импортного стабилизатора составил 0,17 %.

Сравнение свойств предложенных составов с нормативными показателями показывает, что по водонасыщению все составы удовлетворяют требованиям нормативного документа. Самое низкое водонасыщение имеют образцы ЩМА с добавками Антропоцел (1,23 %) и Нанобит-СД (1,66 %).

Из полученных данных видно, что ЩМА с использованием местной стабилизирующей добавки Нанобит превосходит аналогичные по показателям предела прочности при сжатии при температурах 20 °С и 50 °С. Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С образцов ЩМА с добавкой Нанобит на 23,3 % выше в сравнении с добавкой Хризотоп и на 12,1 % - с добавкой Антропоцел. Прочность образцов ЩМА при температуре 50 °С с добавкой Нанобит на 71,4 % больше в сравнении с добавкой Хризотоп и на 33,3 % – с Антропоцел.

Таблица 3

Физико-механические характеристики ЩМА-10

Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015-2002 (для III ДКЗ)	Состав с Хризотоп	Состав с Антропоцел	Состав с Нанобит СД
Средняя плотность, г/см ³	не нормируется	2,37	2,37	2,37
Устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, %	не более 0,20	0,10	0,17	0,09
Водонасыщение, % по объему	от 1,0 до 4,0	2,10	1,23	1,66
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре 20 °С	не менее 2,2	3,0	3,3	3,7
50 °С	не менее 0,65	0,7	0,9	1,2
Сдвигоустойчивость: по коэф. внутреннего трения	не менее 0,93	0,94	0,95	0,97
по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С, МПа	не менее 0,18	0,23	0,24	0,23
Трещиностойкость – предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа	не менее 2,5 не более 6,0	3,8	4,3	4,2
Водостойкость при длительном водонасыщении	не менее 0,85	0,90	0,90	0,91

Сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА, характеризующая сопротивление колееобразованию, обеспечивается, главным образом, значением коэффициента внутреннего трения. Значение коэффициента внутреннего трения ЩМА со стабилизирующей добавкой Нанобит СД несколько выше, чем у ЩМА с добавками Хризотоп и Антропоцел.

Все составы показали высокие значения коэффициента длительной водостойчивости.

Выводы. Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь с применением местной стабилизирующей добавки Нанобит СД по совокупности физико-механических свойств является более эффективной по сравнению со ЩМА с другими исследованными стабилизаторами.

**Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ №1950 и Программы стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова на 2012...2016 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. М.: ООО «Издательство «Элит». 2009. 176 с. илл.

2. Splittmastixasphalt mint Zusatz von synthetischen Fasern. Schumacher Gunter, Bullinger Ludvig, Lehdrich Jurgen Bitumen. 2002. №4. S. 157–158.

3. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичный. Технические условия. Введ. 01.05.2003. М.: Госстрой России, ГУП ЦПП 2003. 21с.

4. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Траутвайн А.И., Юрьев П.С. Влияние стабилизирующих добавок из отходов целлюлозно-бумажной промышленности на свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 7–11.

5. Ядыкина В.В., Куцына Н.П. Применение волокнистых отходов промышленности в производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Строительные материалы. 2007. № 5. С. 28–29.

6. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Тоболенко С.С. Стабилизирующая добавка для щебеночно-мастичного асфальтобетона из отходов промышленности // Строительные материалы. 2012. №8. С. 64–66.

7. Куцына, Н.П. Щебеночно-мастичный асфальтобетон на основе техногенного сырья: дис.... канд. техн. наук. Белгород. 2007. 152 с.

8. ТУ 5718-001-18268513-01. Стабилизирующая добавка Viator-66. Технические условия.

9. ТУ 5711-001-38956563-2003 Добавки стабилизирующие «Technocel 1004» и «TOPCEL» для смесей щебеночно-мастичных асфальтовых. Технические условия.

10. Готовцев В.М., Шатунов А.Г., Румянцев А.Н., Сухов В.Д. Принципы формирования оптимальной структуры асфальтобетона // Фундаментальные исследования. 2012. №11. С 124–128.

11. Ядыкина В.В., Гридчин А.М., Высоцкая М.А., Якимович И.В. Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1 // Строительные материалы. 2009. № 7. С. 14–17.

12. СТО 72376975-001-2009. Гранулированный стабилизатор «Хризотоп» для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Технические условия. – Введ. 01.07.2009; Введ. взамен ТУ 5718-011-0281476-2004. 17 с.

13. Булдаков С.И., Бугров С.В. Хризотоп: путь к совершенству щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Вестник Московского государ-

ственного университета леса – Лесной вестник. Выпуск № 3/2008. С. 113–114.

14. Сайт компании ЗАО «Antrocelas». Antrocelas – новый стандарт асфальтобетона [Электронный ресурс]. URL: <http://www.antrocel.com/antrocel--g.htm> (дата обращения 15.07.2016 г.)

15. СТО 22320188-002-2011. Добавка стабилизирующая «Нанобит - СД» для щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. Технические условия. Введ.06.06.2011: Введ. впервые. 12 с.

16. Сайт компании ООО «Селена». Стабилизирующая добавка Нанобит СД 10. URL: <http://selenatek.ru/ru/produkcija/dorozhnoe-stroitelstvo/stabilizirujuschie-dobavki/> (дата обращения 15.08.2016 г.)

Gridchin A. M., Azarov D. S., Kutzina N. P.

NAOBIT SE IS EFFECTIVE STABILISING ADDITIVE FOR STONE MASTIC ASPHALT

Results of the experimental research of the stone mastic asphalt with different stabilising additives are shown in the paper for the purpose of recognition of the mechanical properties best performance. Data analysis is provided. It is established that, application of the stabilising additive Nanobit SE provides an opportunity to produce material with high mechanical strength and wheel track rutting stability for modern roads.

Key words: *stone mastic asphalt, stabilising additive, mechanical properties.*

Гридчин Анатолий Митрофанович, доктор технических наук, профессор.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Азаров Дмитрий Сергеевич, магистрант кафедры автомобильных и железных дорог.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: Dimazarov@yandex.ru

Куцына Наталья Петровна, кандидат технических наук, начальник отдела лабораторного контроля.

ОГКУ «Управление дорожного хозяйства и транспорта Белгородской области» (ОГКУ «УпрДорТранс Белгородской области»).

Адрес: Россия, 308000, г. Белгород, ул. Преображенская, д. 19.

E-mail: nat-kuts@yandex.ru