МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ



АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Тематическая подборка

Москва 2004

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ПО АВТОМОБИЛЬНЫМ ДОРОГАМ

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ

ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ СМЕСИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Тематическая подборка

Москва 2004

ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичный. Техн. условия. – Изд. офиц.; Введ. 01.05.2003; Введ. впервые. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2003. – 21 с.

Извлечение

1. Область применения

Настоящий стандарт распространяется на горячие щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси и щебеночно-мастичный асфальтобетон, применяемые для устройства верхних слоев покрытий автомобильных дорог, аэродромов, городских улиц и площадей.

Требования, изложенные в разделах 4, 5, 6 и 7, являются обязательными.

2. Нормативные ссылки

Перечень межгосударственных стандартов, ссылки на которые использованы в настоящем стандарте, приведен в приложении А.

3. Определения

В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями.

Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь (ЩМАС) – рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня, песка

из отсевов дробления и минерального порошка), дорожного битума (с полимерными или другими добавками или без них) и стабилизирующей добавки, взятых в определенных пропорциях и перемешанных в нагретом состоянии.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) – уплотненная щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь.

Стабилизирующая добавка – вещество, оказывающее стабилизирующее влияние на ЩМАС и обеспечивающее устойчивость ее к расслаиванию.

4. Основные параметры и виды

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (далее – смеси) и щебеночно-мастичный асфальтобетон (далее – асфальтобетон) в зависимости от крупности применяемого щебня подразделяют на виды:

ЩМА-20 – с наибольшим размером зерен до 20 мм;
ЩМА-15 – » » » » » 15 мм;
ЩМА-10 – » » » » » 10 мм.

5. Технические требования

5.1. Смеси должны изготавливаться в соответствии с требованиями настоящего стандарта по технологической документации, утвержденной в установленном порядке предприятием-изготовителем.

5.2. Зерновые составы минеральной части смесей и асфальтобетонов должны соответствовать указанным в таблице 1.

Таблица 1

В процентах по массе

Вид смесей и асфальтобетонов	Размер зерен, мм, мельче									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
ЩМА-10	-	-	**100-90**	**40-30**	29-19	26-16	**22-13**	20-11	17-10	**15-10**
ЩМА-15	-	**100-90**	**60-40**	**35-25**	28-18	25-15	**22-12**	20-10	16-9	**14-9**
ЩМА-20	**100-90**	**70-50**	42-25	**30-20**	25-15	24-13	21-11	19-9	15-8	**13-8**

Примечание. При приемосдаточных испытаниях допускается определять зерновые составы смесей по контрольным ситам в соответствии с данными, выделенными жирным шрифтом.

5.3. Показатели физико-механических свойств асфальтобетонов, применяемых в конкретных дорожно-климатических зонах, должны соответствовать указанным в таблице 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Значение показателя для дорожно-климатических зон		
	I	II, III	IV, V
Пористость минеральной части, %	От 15 до 19	От 15 до 19	От 15 до 19
Остаточная пористость, %	От 1,5 до 4,0	От 1,5 до 4,5	От 2,0 до 4,5
Водонасыщение, % по объему:			
образцов, отформованных из смесей	От 1,0 до 3,5	От 1,0 до 4,0	От 1,5 до 4,0
вырубок и кернов готового покрытия, не более	3,0	3,5	4,0
Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:			
при температуре 20°С	2,0	2,2	2,5
при температуре 50°С	0,60	0,65	0,70
Сдвигоустойчивость:			
коэффициент внутреннего трения, не менее	0,92	0,93	0,94
сцепление при сдвиге при температуре 50°С, МПа, не менее	0,16	0,18	0,20
Трещиностойкость – предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С, МПа:			
не менее	2,0	2,5	3,0
не более	5,5	6,0	6,5
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,90	0,85	0,75

Примечания:

1. Для ЩМА-10 допускается снижать нормы коэффициента внутреннего трения на 0,01 по абсолютной величине.

2. При использовании полимерно-битумных вяжущих допускается снижать нормы сцепления при сдвиге и предела прочности на растяжение при расколе на 20%.

3. При использовании смесей для покрытия аэродромов в местах стоянок воздушных судов нормы прочности при сжатии и сцепления при сдвиге следует увеличивать на 25 %.

5.4. Смеси должны выдерживать испытание на сцепление вяжущего с поверхностью минеральной части смеси.

5.5. Смеси должны быть устойчивыми к расслаиванию в процессе транспортирования и загрузки-выгрузки. Устойчивость к расслаиванию определяют в соответствии с приложением В по показателю стекания вяжущего, который должен быть не более 0,20% по массе. При подборе состава смеси рекомендуется, чтобы показатель стекания вяжущего находился в пределах от 0,07% до 0,15% по массе.

5.6. Смеси должны быть однородными. Однородность смесей оценивают коэффициентом вариации показателей предела прочности при сжатии при температуре 50°С, который должен быть не более 0,18.

5.7. Температура смесей в зависимости от применяемого битумного вяжущего при отгрузке потребителю и при укладке должна соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3

Глубина проникания иглы 0,1 мм, при температуре 25°С	Температура, °С	
	при отгрузке	при укладке, не менее
От 40 до 60 включ.	От 160 до 175	150
Св. 60до90 включ.	От 155 до 170	145
Св. 90 до 130 включ.	От 150 до 165	140
Св. 130 до 200	От 140 до 160	135

5.8. Смеси и асфальтобетоны в зависимости от значения суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов ($А_{эфф}$) в применяемых материалах [6] используют при:

$А_{эфф}$ до 740 Бк/кг – для строительства дорог и аэродромов без ограничений;

$А_{эфф}$ до 1500 Бк/кг – для строительства дорог вне населенных пунктов и зон перспективной застройки.

5.9. Проектирование составов смесей и асфальтобетонов рекомендуется проводить в соответствии с приложением Б. Составы смесей для устройства верхних слоев покрытий взлетно-посадочных полос аэродромов должны быть согласованы в установленном порядке с институтом «Аэропроект».

5.10. Требования к материалам

5.10.1. Щебень из плотных горных пород и щебень из металлургических шлаков, входящий в состав смесей, должен соответствовать требованиям ГОСТ 8267 и ГОСТ 3344. Для приготовления смесей и

асфальтобетонов применяют щебень фракции от 5 мм до 10 мм, св. 10 мм до 15 мм, св. 15 мм до 20 мм, а также смеси фракций от 5 мм до 15 мм и от 5 мм до 20 мм. Марка по дробимости щебня из изверженных и метаморфических горных пород должна быть не менее 1200, из осадочных горных пород, гравия и металлургических шлаков – не менее 1000, марка щебня по истираемости должна быть И1. Марка щебня по морозостойкости должна быть не ниже F50.

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в щебне должно быть не более 15% по массе.

Содержание дробленых зерен в применяемом щебне из гравия должно быть не менее 85% по массе.

5.10.2. Песок из отсевов дробления горных пород должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736; марка по прочности песка должна быть не ниже 1000; содержание глинистых частиц, определяемых методом набухания, – не более 0,5%, при этом содержание зерен мельче 0,16 мм (в том числе пылевидных и глинистых частиц в этой фракции) не нормируется.

5.10.3. Минеральный порошок должен соответствовать требованиям ГОСТ 16557. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять взамен минерального порошка пыль из системы пылеулавливания смесительной установки в таком количестве, чтобы содержание ее в зернах мельче 0,071 мм было не более 50% по массе. Содержание глинистых частиц в пыли улавливания, определяемых методом набухания, должно быть не более 5,0% по массе.

5.10.4. 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 0,1мм 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 4.

Таблица 4

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

Допускается применять другие стабилизирующие добавки, включая полимерные 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. Обоснование пригодности стабилизирующих добавок и оптимального их содержания в смеси устанавливают посредством проведения испытаний ЩМА по ГОСТ 12801 и устойчивости к расслаиванию смеси в соответствии с приложением В.

5.10.5. В качестве вяжущих применяют битумы нефтяные дорожные вязкие по ГОСТ 22245, а также модифицированные, полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) и другие битумные вяжущие с улучшенными свойствами по нормативной и технической документации, согласованной и утвержденной заказчиком в установленном порядке.

6. Правила приемки

6.1. Смеси должны быть приняты техническим контролем предприятия-изготовителя.

6.2. Приемку смесей производят партиями. При приемке партией считают количество смеси одного вида и состава, выпускаемое предприятием на одной смесительной установке в течение смены, но не более 1200 т.

При отгрузке партией считают количество смеси, отгружаемое одному потребителю в течение смены.

6.3. Для проверки соответствия качества смеси требованиям настоящего стандарта проводят приемосдаточные и периодические испытания.

6.4. Для проведения приемосдаточных испытаний отбирают в соответствии с ГОСТ 12801 две пробы от партии, при этом отбор проб осуществляют из расчета получения одной объединенной пробы не более чем от 600 т смеси, и определяют температуру смеси, содержание вяжущего и зерновой состав минеральной части.

Если сменный выпуск смеси не превышает 600 т, то для отобранной пробы дополнительно определяют устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, водонасыщение и предел прочности при сжатии при температуре 50°С.

Если сменный выпуск смеси превышает 600 т, то для первой и второй, а затем для каждой второй пробы определяют устойчивость к расслаиванию по показателю стекания вяжущего, водонасыщение и предел прочности при сжатии при температуре 50°С.

6.5. Периодический контроль качества смеси осуществляют не реже одного раза в месяц и при каждом изменении материалов, используемых для приготовления смеси.

6.6. При периодическом контроле качества и подборе состава смеси определяют пористость минеральной части, остаточную пористость, предел

прочности при сжатии при 20°С, водостойкость при длительном водонасыщении, коэффициент внутреннего трения и сцепление при сдвиге при температуре 50°С, предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0°С, сцепление битума с минеральной частью смеси. При периодическом контроле также рассчитывают показатель однородности смеси.

Удельную эффективную активность естественных радионуклидов принимают по максимальной величине удельной эффективной активности естественных радионуклидов в применяемых минеральных материалах. Эти данные указывает в документе о качестве предприятие-поставщик.

В случае отсутствия данных о содержании естественных радионуклидов предприятие-изготовитель смеси силами специализированной лаборатории осуществляет входной контроль материалов в соответствии с ГОСТ 30108.

6.7. На каждую партию отгружаемой смеси потребителю выдают документ о качестве, в котором указывают результаты приемосдаточных и периодических испытаний, в том числе:

- наименование предприятия-изготовителя и его адрес;
- номер и дату выдачи документа;
- наименование и адрес потребителя;
- номер заказа (партии) и количество (массу) смеси;
- вид смеси;
- температуру смеси;
- показатель устойчивости к расслаиванию;
- сцепление битума с минеральной частью смеси;
- водонасыщение;
- пределы прочности при сжатии при температуре 50°С и 20°С;
- пористость минеральной части;
- остаточную пористость;
- водостойкость при длительном водонасыщении;
- показатели сдвигоустойчивости;
- показатель трещиностойкости;
- однородность смеси;
- удельную эффективную активность естественных радионуклидов;
- обозначение настоящего стандарта.

6.8. Потребитель имеет право проводить контрольную проверку соответствия поставляемой смеси требованиям настоящего стандарта, соблюдая методы отбора проб, приготовления образцов и испытаний, предусмотренные настоящим стандартом. Отбор проб потребителем осуществляется из кузовов автомобилей-самосвалов, из бункера или шнековой камеры асфальтоукладчика в объеме, предусмотренном ГОСТ 12801.

7. Методы контроля

7.1. Смеси и асфальтобетоны щебеночно-мастичные испытывают по ГОСТ 12801.

7.2. Показатель стекания вяжущего определяют по приложению В настоящего стандарта.

7.3. Образцы асфальтобетона изготавливают в стандартных цилиндрических формах диаметром 71,4 мм, уплотняя вибрированием с последующим доуплотнением прессованием. Температура смеси при приготовлении образцов должна соответствовать таблице 3.

7.4. Песок из отсевов дробления горных пород испытывают по ГОСТ 8735; щебень по ГОСТ 8269.0; битумы нефтяные дорожные вязкие и полимерно-битумные вяжущие по ГОСТ 11501, ГОСТ 11505, ГОСТ 11506, ГОСТ 11507 и действующей нормативной и технической документации; минеральный порошок по ГОСТ 12784.

7.5. Содержание естественных радионуклидов в применяемых материалах определяют по ГОСТ 30108.

7.6. Влажность и термостойкость волокна определяют по приложению Г настоящего стандарта.

8. Транспортирование

8.1. Смеси транспортируют к месту укладки автомобилями в закрытых кузовах, сопровождая каждый автомобиль транспортной документацией.

8.2. Дальность и время транспортирования ограничивают допустимыми температурами смеси при отгрузке и укладке по таблице 3.

9. Указания по применению

9.1. Устройство покрытий из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси должно осуществляться в соответствии с технологическим регламентом, утвержденным в установленном порядке.

9.2. Уплотнение щебеночно-мастичного асфальтобетона контролируют по показателям остаточной пористости или водонасыщения образцов, которые отбирают не раньше чем через сутки после устройства верхнего слоя покрытия.

10. Гарантии изготовителя

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие выпускаемой смеси по температуре, составу и физико-механическим свойствам требованиям настоящего стандарта при условии соблюдения правил ее транспортирования и укладки в покрытие.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Рекомендации по проектированию щебеночно-мастичного асфальтобетона

Б.1. Щебеночно-мастичный асфальтобетон ЩМА-10

Таблица Б.1

Потребность в материалах для приготовления смеси

Материал	Потребность в материале, % по массе
Щебень фракций, мм:	
5-10	60-70
10-15	-
15-20	-
Песок из отсевов дробления	10-30
Минеральный порошок	10-20
Битум или ПБВ	6,5-7,5
Стабилизирующая добавка	0,2-0,5

Таблица Б.2

Применяемые битумные вяжущие

Дорожно-климатическая зона	I	II-III	IV-V
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре 25 °С	90-200	60-130	40-90
Примечание. Более вязкие битумы и ПБВ рекомендуется применять на дорогах с более высокой интенсивностью движения.			

Таблица Б.3

Зерновой состав минеральной части ЩМА-10

Содержание минеральных зерен, %, мельче данного размера, мм									
20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
100	100	90-100	30-40	19-29	16-26	13-22	11-20	10-17	10-15

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Метод определения устойчивости смеси к расслаиванию по показателю стенания вяжущего

Сущность метода заключается в оценке способности горячей щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси удерживать содержащееся в ней вяжущее.

В. 1. Средства контроля и вспомогательное оборудование

Весы лабораторные 4-го класса точности по ГОСТ 24104.

Стаканы химические термостойкие по ГОСТ 23932 вместимостью 1000 $см^3$, диаметром 10 см.

Стекла покровные.

Термометр химический ртутный стеклянный с диапазоном измерений от 100°С до 200°С с ценой деления шкалы не более 1°С.

Шкаф сушильный.

В. 2. Порядок подготовки к испытанию

Приготовленную щебеночно-мастичную асфальтобетонную смесь разогревают до максимальной температуры в соответствии с таблицей 3 и тщательно перемешивают. Сушильный шкаф также разогревают до указанной температуры, которую поддерживают в период испытаний с допускаемой погрешностью ±2°С.

Пустой стакан взвешивают, помещают в сушильный шкаф и выдерживают при температуре, указанной в таблице 3, не менее 10 мин. Затем стакан ставят на весы и быстро помещают в него 0,9-1,2 кг смеси, взвешивают и закрывают покровным стеклом.

В.3. Порядок проведения испытания

Стакан со смесью помещают в сушильный шкаф, где выдерживают при максимальной температуре, указанной в таблице 3, в течение (60±1) мин. Затем стакан вынимают, снимают с него покровное стекло и удаляют смесь, перевернув стакан, не встряхивая вверх дном, на (10±1) с. После этого стакан вновь ставят на дно, охлаждают в течение 10 мин и взвешивают вместе с остатками вяжущего и смеси, прилипшей на его внутренней поверхности.

В.4 . Обработка результатов испытания

Отекание вяжущего В, % по массе, определяют по формуле

$$B = \frac{g_3 - g_1}{g_2 - g_1} 100, \qquad (B.1)$$

где g_1, g_2, g_3 – масса стакана соответственно пустого, со смесью и после ее удаления, г.

За результат испытаний принимают округленное до второго десятичного знака среднеарифметическое значение двух параллельных определений. Расхождение между результатами параллельных испытании не должно превышать 0,05% по абсолютной величине. В случае больших расхождений вновь определяют стекание вяжущего и для расчета среднеарифметического берут данные четырех определений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(обязательное)

Определение влажности и термостойкости волокон

Сущность метода заключается в определении потери массы волокна при заданных температуре и времени испытания.

Г. 1. Средства контроля и вспомогательное оборудование

Противни металлические прямоугольные размером 20х10х2 см. Шкаф сушильный с терморегулятором, поддерживающим температуру с точностью до ±3°С.

Термометр ртутный стеклянный с ценой деления шкалы 1°С.

Эксикатор по ГОСТ 23932 с безводным хлористым кальцием.

Весы лабораторные по ГОСТ 24104 4-го класса точности.

Г.2. Подготовка к испытанию

Перед испытанием пробу волокна помещают на лист бумаги и разрыхляют вручную, устраняя комочки, если они есть в пробе.

Тщательно вымытые металлические противни помещают не меньше чем на 30 мин в сушильный шкаф при температуре (105+3)°С, затем охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры.

Г.3. Проведение испытания

При испытании волокон взвешивание производят с допускаемой погрешностью взвешивания 0,1% массы. Массу определяют в граммах с точностью до второго десятичного знака.

Испытание проводят в двух противнях. Каждый противень, подготовленный по Г.2, взвешивают. Из пробы волокна, подготовленной по Г.2, берут две навески по (5+1) г и всыпают в противни, заполняя их равномерно без уплотнения. Противни с волокном взвешивают и помещают в сушильный шкаф с температурой (105±3)°С для сушки волокон.

По истечении 30 мин противни с волокнами вынимают из сушильного шкафа, устанавливают в эксикатор, охлаждают до комнатной температуры, взвешивают и снова помещают в эксикатор.

Противни с волокнами, высушенными в сушильном шкафу при температуре (105+3)°С и охлажденные в эксикаторе до комнатной температуры, помещают в сушильный шкаф, предварительно нагретый до (220+3)°С.

Температуру контролируют термометром, ртутный резервуар которого находится на высоте противней.

Так как при установлении холодных противней температура сушильного шкафа понижается, то время пребывания противней с волокнами в сушильном шкафу отсчитывают от момента достижения заданной температуры.

Противни с волокнами выдерживают в сушильном шкафу при температуре (220±3)°С в течение 5 мин.

По истечении времени выдерживания противни с волокнами вынимают из сушильного шкафа, устанавливают в эксикатор, охлаждают до комнатной температуры и взвешивают.

Г.4 . Обработка результатов

Влажность волокон W, %, определяют по формуле

$$W = \frac{g_2 - g_3}{g_3 - g_1} 100, \qquad (Г.1)$$

где g_1 – вес противня, г;

g_2 – вес противня с волокнами, г;

g_3 – вес противня с волокнами после сушки в сушильном шкафу, г.

Термостойкость волокон $T_в$, %, определяют по формуле

$$T_в = \frac{g_3 - g_4}{g_3 - g_1} 100, \qquad (Г.2)$$

где g_4 – вес противня с волокнами после выдерживания в сушильном шкафу при температуре (220±3)°С, г.

Расхождение между результатами двух параллельных определений не должно быть более 0,5% (по абсолютной величине). За результат принимают округленное до первого десятичного знака среднеарифметическое значение результатов двух параллельных определений.

ТУ-5718.030.01393697-99. Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные и асфальтобетон. Техн. условия. – М.: Корпорация «Трансстрой», 1999. – 20 с.

Извлечение

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие Технические условия распространяются на горячие щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси и асфальтобетон (ЩМА), применяемые для устройства верхних (защитных) слоев покрытий автомобильных дорог всех категорий и городских улиц в I-V дорожно-климатических зонах.

1.2. При заказе и в документации на продукцию должны применяться следующие обозначения: «Смесь асфальтобетонная щебеночно-мастичная (ЩМА) по ТУ-5718.030.01393697-99».

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1. Используемые в настоящих Технических условиях ссылки на нормативные документы приведены в прил. Б.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

3.1. Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные (ЩМА) должны отвечать требованиям настоящих ТУ и изготовляться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем в установленном порядке.

3.2. Смеси ЩМА приготавливают смешением в асфальтосмесительных установках в нагретом состоянии щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка и битума, взятых в рационально подобранном соотношении, с добавлением стабилизирующих добавок типа волокон или полимеров.

Стабилизирующие добавки вводят в минеральную часть или в битум с целью исключить стекание вяжущего при хранении смеси в накопительных бункерах и при транспортировании, а также для улучшения однородности и физико-механических свойств асфальтобетона.

3.3. В зависимости от крупности применяемого щебня смеси подразделяют на следующие виды:

ЩМА-10 – размер фракций до 10 мм;

ЩМА-15 – размер фракций до 15 мм;

ЩМА-20 – размер фракций до 20 мм.

3.4. Зерновой состав минеральной части щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей приведен в табл. 1 (выделенные данные – обязательные требования к рассеву на контрольных ситах).

Таблица 1

Вид смеси	Содержание зерен, %, мельче данного размера, мм									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
ЩМА-10			**100-90**	**40-30**	29-19	26-16	**22-13**	20-11	17-10	**15-10**
ЩМА-15		**100-90**	60-40	**35-25**	28-18	25-15	**22-12**	20-10	16-9	**14-9**
ЩМА-20	**100-90**	70-50	42-25	**30-20**	25-15	24-13	**21-11**	19-9	15-8	**13-8**
Примечание. С целью повысить шероховатость и износостойкость покрытия при воздействии шин с шипами допускается увеличивать содержание зерен крупнее максимального размера до 15%.										

3.5. Показатели физико-механических свойств асфальтобетонов из щебеночно-мастичных смесей должны отвечать требованиям табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателя	Нормы
Пористость минерального остова, %	15-19
Остаточная пористость, %	2,0-4,5
Водонасыщение, % по объему:	
в лабораторных образцах	1,5-4,0
в покрытии, не более	3,0
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре:	
20°С, не менее	2,2
50°С, не менее	0,65
0°С, не более	11,0
Коэффициент внутреннего трения tg φ, не менее	0,93
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении, не менее	0,85

3.6. Смеси должны выдерживать испытание на сцепление вяжущего с поверхностью зерен минеральной части.

3.7. Возможность расслаивания смеси при перевозке и выгрузке должна быть сведена к минимуму соответствующими техническими мерами. Показатель стекания вяжущего, определяемый по прил. А, не должен превышать 0,15%.

В случае стекания вяжущего при хранении в накопительном бункере или при транспортировании необходимо проверить состав смеси и при

необходимости откорректировать, например добавлением волокна, полимера, увеличением вязкости вяжущего или изменением соотношения исходных компонентов смеси.

3.8. Температура смесей ЩМА при выпуске из смесителя должна соответствовать требованиям табл. 3. При выборе вяжущего необходимо учитывать требования ГОСТ 12.1.005 к воздуху рабочей зоны по содержанию бенз(а)пирена и других канцерогенных веществ.

Таблица 3

Марка вяжущего	Температура ЩМА, °С
40-60	160-175
60-90	155-170
90- 130	150-165
130-200	140-160

3.9. Для приготовления смесей ЩМА следует применять щебень соответствующих фракций из плотных горных пород по ГОСТ 8267. Допускается использовать щебень из металлургических шлаков по ГОСТ 3344, отвечающий требованиям настоящих ТУ.

3.10. По форме зерен применяемый щебень должен относиться к 1-й группе. Наличие зерен пластинчатой и игловатой форм не должно превышать 15% по массе.

3.11 Марка по дробимости щебня из изверженных и метаморфических горных пород должна быть не ниже 1200, а из осадочных горных пород – не ниже 1000.

3.12. Марка щебня по морозостойкости должна быть не ниже F50.

3.13. Марка щебня по истираемости должна соответствовать И-1.

3.14. Для приготовления смесей ЩМЛ следует применять песок из отсевов дробления горных пород по ГОСТ 8736. Марка по прочности такого песка должна быть не ниже 1000: содержание глинистых частиц, определяемых методом набухания, – не более 0,5%, а зерен мельче 0,16 мм не нормируется.

3.15. Минеральный порошок, входящий в состав ЩМА, должен отвечать требованиям ГОСТ 16557. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять взамен части минерального порошка в количестве до 50% зерна из отсевов дробления горных пород мельче 0,16мм. Содержание глинистых частиц, определяемых методом набухания, в отсевах дробления должно быть не более 0,5%. Другие техногенные отходы промышленного производства (золы уноса, цементная

пыль и т.п.) допускается использовать в качестве минерального порошка только после подтверждения их пригодности предварительными испытаниями.

3.16. В качестве стабилизирующих добавок в смесях ЩМА рекомендуется использовать, в первую очередь, однородное коротковолокнистое целлюлозное волокно, которое характеризуется следующим распределением длин фибр (определяется под микроскопом): 80% фибры короче 1,2-1,9 мм, 50% – короче 0,5-0,9 мм. Пригодность других, неапробированных волокон (акриловых, минеральных, стеклянных), как и других добавок в смесях ЩМА, следует предварительно проверять испытаниями по ГОСТ 12801 и прил. А настоящих ТУ. Применяемые добавки должны удовлетворять требованиям соответствующей технической документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

3.17. Для приготовления щебеночно-мастичных смесей используют битумы нефтяные дорожные вязкие, отвечающие требованиям ГОСТ 22245, и полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) по ОСТ 218.010-98 или по другой технической документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

3.18. При проектировании составов щебеночно-мастичных асфальтобетонов рекомендуется руководствоваться прил. В.

4. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1. При производстве работ по приготовлению и укладке асфальтобетонных смесей ЩМА следует соблюдать требования типовой инструкции ТОИ Р 66-23-95 и Правил охраны труда при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог (Союздорнии, М., 1993).

4.2. Воздух в рабочей зоне при приготовлении и укладке горячей асфальтобетонной смеси ЩМА должен удовлетворять требованиям ГОСТ 12.1.005. Содержание вредных примесей не должно превышать:

углеводородов алифатических предельных C_1-C_{10} – 300 мг/м^3;

бенз(а)пирена – 0,00015 мг/м^3.

4.3. Применяемые материалы должны отвечать предъявляемым требованиям по удельной эффективной активности естественных радионуклидов. Смеси ЩМА в зависимости от значения суммарной удельной эффективной активности естественных радионуклидов ($A_{эфф}$) в минеральных материалах используются:

для строительства дорог без ограничений – при $A_{эфф}$ менее 740 Бк/кг;

для строительства дорог вне населенных пунктов и зон перспективной застройки при $A_{эфф}$ от 740 до 2800 Бк/кг.

5. ПРАВИЛА ПРИЁМКИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ

5.1. Приемку горячих смесей ЩМА производят партиями.

5.2. При отгрузке и приемке партией считают количество смеси одного проектного состава, выпускаемой на одной установке в течение смены, но не более 1200 т.

5.3. Транспортирование смеси к месту укладки осуществляют автомобилями-самосвалами в закрытых пологом кузовах. Количество поставляемой смеси определяют взвешиванием на автомобильных весах при отгрузке.

5.4. Для проверки соответствия качества смеси требованиям настоящих ТУ изготовитель должен осуществлять постоянный контроль над производственным процессом: измерять температуры отгружаемой смеси, отбирать пробы и проводить приемосдаточные и периодические испытания.

5.5. На каждую партию отгруженной смеси потребителю выдается документ о качестве с результатами приемосдаточных испытаний и периодического контроля.

5.6. Потребитель имеет право проводить контрольную проверку соответствия поставляемой смеси требованиям настоящих ТУ, соблюдая стандартные методы при отборе проб, приготовлении образцов и испытаниях. Пробы отбирают или на асфальтобетонном заводе из кузовов автомобилей-самосвалов, или на месте укладки из бункера, шнековой камеры асфальтоукладчика, или непосредственно из уложенного слоя перед его уплотнением, но не менее чем из шести мест.

6. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

6.1. При приемосдаточных испытаниях пробы отбирают в соответствии с ГОСТ 12801 и определяют: температуру отгружаемой смеси при выпуске из смесителя или накопительного бункера, состав смеси, водонасыщение, и предел прочности при сжатии при температуре 50°С.

Отбор проб осуществляют из расчета получения одной объединенной пробы на 300 т смеси. Проба составляется не менее чем из шести точечных проб и усредняется методом квартования. Для каждой пробы определяют содержание вяжущего и зерновой состав смеси. Для трех первых проб и затем для каждой четвертой пробы определяют водонасыщение и предел прочности при сжатии при температуре 50°С.

6.2. При периодическом контроле качества и при подборе состава смеси устанавливают пористость минеральной части, остаточную пористость, водостойкость при длительном водонасыщении, предел прочности при сжатии при температуре 0°С, показатель стекания вяжущего и сцепление битума с минеральной частью смеси.

Удельную эффективную активность естественных радионуклидов принимают по максимальной величине этого показателя в применяемых минеральных материалах и указывают в документе о качестве смеси.

6.3. Периодический контроль осуществляют не реже 1 раза в месяц, а также при каждом изменении свойств материалов, применяемых для приготовления смеси.

6.4. Контроль щебёночно-мастичных асфальтобетонных смесей проводят в соответствии с ГОСТ 12801 и по прил. А настоящих ТУ.

6.5. Образцы асфальтобетона готовят в цилиндрических формах диаметром 71,4 мм, применяя комбинированный метод уплотнения. В форму между двумя вкладышами и уплотняемой смесью рекомендуется помещать бумажные прокладки.

6.6. Температура смеси при приготовлении образцов должна соответствовать табл.3.

Методы испытаний материалов для смесей ЩМА должны соответствовать: щебня – ГОСТ 8269; песка – ГОСТ 8735; битумов и ПБВ – ГОСТ 11501, ГОСТ 11505, ГОСТ 11506, ГОСТ 11507; ПБВ – ОСТ 218.010-98; минерального порошка – ГОСТ 12784.

6.7. Содержание глинистых частиц в песке следует определять по методу набухания, изложенному в ГОСТ 3344, испытывая минеральные зерна мельче 0,16 мм.

6.8. Если данные о содержании естественных радионуклидов в применяемых материалах отсутствуют, то изготовитель силами специализированной лаборатории осуществляет входной контроль материалов в соответствии с ГОСТ 30108.

6.9. Качество щебеночно-мастичного асфальтобетона, уложенного в покрытие, контролируют по водонасыщению образцов-кернов, которые отбирают не раньше чем через сутки после уплотнения верхнего слоя.

Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) / ФГУП «Союздорнии». – М., 2002. – 36 с.

Извлечение

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Горячие щебеночно-мастичные смеси ЩМА относятся к самостоятельному классу асфальтобетонных смесей. Многощебенистые смеси по ГОСТ 9128-97 содержат от 50 до 65% щебеночных фракций, ЩМА – от 70 до 80% массы. В отличие от макрошероховатых высокощебенистых смесей открытого типа по ТУ218 РСФСР 601-83 смеси ЩМА обладают

повышенным содержанием битума (от 5,5 до 7,5% по массе). Чтобы удержать такое количество горячего битума на поверхности щебня, необходимо вводить в смесь специальные стабилизирующие добавки, например целлюлозные волокна.

1.2. Смеси ЩМА приготавливают смешением в асфальтосмесительных установках в нагретом состоянии щебня, песка из от севов дробления, минерального порошка и битума, взятых в рационально подобранном соотношении, с обязательным введением стабилизирующих добавок типа волокон или полимеров. Их добавляют в минеральную часть или в битум с целью исключить стекание вяжущего при хранении смеси в накопительных бункерах и при транспортировании, а также для повышения однородности и улучшения физико-механических свойств асфальтобетона.

1.3. В зависимости от крупности применяемого щебня смеси подразделяют на следующие виды: ЩМА-10, ЩМА-15 и ЩМА-20 при размере фракций до 10, 15 и 20 мм соответственно.

1.4. Указанные смеси рекомендуется использовать для устройства верхних слоев покрытий толщиной от 3 до 6 см на автомобильных дорогах I-III категорий и на городских улицах в I-V дорожно-климатических зонах.

1.5. Покрытия из ЩМА характеризуются улучшенными эксплуатационными свойствами. Повышенное содержание прочного кубовидного щебня обеспечивает достаточно высокие показатели сдвигоустойчивости и износостойкости, а асфальтового вяжущего вещества (мастики) – увеличение водонепроницаемости, водо- и морозостойкости и усталостной стойкости покрытия.

1.6. Щебеночно-мастичный асфальтобетон характеризуется максимальным внутренним трением минерального остова и одновременно обеспечивает высокую деформативность покрытия при растяжении за счет повышенного содержания битума. Статический предел текучести при сдвиге у щебеночно-мастичного асфальтобетона в 1,1-1,4 раза выше, чем у стандартных асфальтобетонов, что гарантирует повышение сдвигоустойчивости устраиваемых слоев независимо от колесной нагрузки.

1.7. Лабораторные эксперименты и непосредственные наблюдения за состоянием защитных слоев дорожных одежд в Скандинавских странах и Канаде доказали высокую стойкость щебеночно-мастичного асфальтобетона к истирающему действию шипованых шин.

1.8. Остаточная пористость и водонасыщение ЩМА в покрытии могут приближаться к нулю, за счет чего обеспечиваются водонепроницаемость и высокие показатели водо- и морозостойкости верхних

слоев дорожных одежд. При этом шероховатость покрытия из ЩМА примерно в 1,5 раза выше по сравнению с покрытием из асфальтобетонной смеси типа А. Это увеличивает коэффициент сцепления колеса с влажной поверхностью и безопасность движения.

1.9. Деформативно-прочностные свойства ЩМА в большей степени зависят от температуры, что обусловлено меньшим структурированием битума в смеси. Вследствие этого растут температурные напряжения в покрытии, что однако не снижает его трещиностойкость, так как предельная деформация при растяжении ЩМА повышается.

1.10. Высокая усталостная стойкость покрытия из ЩМА гарантируется большим содержанием битума, низкой остаточной пористостью, а также дисперсно-армирующим действием добавок волокон. Структура ЩМА благоприятна для «самозалечивания» микротрещин под действием автомобильного движения ввиду высокого содержания «объемного» битума. Толщина битумной пленки в смесях ЩМА примерно на 20-50 % больше, чем в традиционных горячих смесях для плотных асфальтобетонов, что обеспечивает повышенную устойчивость ее к термоокислительному старению при высоких температурах приготовления и укладки смеси.

1.11. По зарубежным данным уровень шума при движении автомобилей по покрытию из ЩМА на 2-4 дБ ниже по сравнению с аналогичным показателем для обычного асфальтобетонного покрытия.

1.12. Таким образом, вследствие лучших эксплуатационных качеств ЩМА рекомендуется применять для устройства верхних (защитных) слоев дорожных покрытий, несмотря на возможное удорожание смеси на 30-40%. При проведении технико-экономического обоснования эффективности применения смесей ЩМА рекомендуется руководствоваться технико-экономическими показателями прил. 1 настоящих Методических рекомендаций.

2. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

2.1. Для приготовления смесей ЩМА следует применять ***щебень*** соответствующего зернового состава из плотных горных пород по ГОСТ 8267-93. Рекомендуется использовать щебень из трудно шлифуемых горных пород, обладающий хорошим сцеплением с битумом, и допускается щебень из металлургических шлаков по ГОСТ 3344-83, отвечающий предъявляемым требованиям.

2.2. Марка щебня по дробимости в цилиндре должна быть не ниже 1200 для изверженных и метаморфических горных пород и не ниже 1000 – для осадочных.

2.3. По форме зерен применяемый щебень должен относиться к 1-й группе. Количество зерен пластинчатой и игловатой форм не должно превышать 15% по массе.

2.4. Марка щебня по морозостойкости должна быть не ниже F50.

2.5. Марка щебня по истираемости должна соответствовать И-1.

2.6. Для приготовления смесей ЩМА следует применять песок из отсевов дробления горных пород по ГОСТ 8736-93 марки по прочности не ниже 1000. Содержание глинистых частиц, определяемых методом набухания, – не более 0,5%, а зерен мельче 0,16 мм не нормируется.

2.7. ***Минеральный порошок*** для ЩМА должен отвечать требованиям ГОСТ 16557-78. Допускается использовать в качестве минерального порошка при соответствующем технико-экономическом обосновании зерна из отсевов дробления горных пород мельче 0,06 мм и другие техногенные отходы промышленного производства (золы уноса, цементная пыль и т.п.), пригодность которых подтверждена соответствующими испытаниями.

2.8. В качестве ***стабилизирующих добавок*** рекомендуется, в первую очередь, однородное короткофиберное ***целлюлозное волокно***, в составе которого не менее 50% фибр длиной от 0,5 до 1,9 мм. Пригодность других, не апробированных волокон (акриловых, минеральных, стеклянных к пр.), как и резинового порошка, полимеров и пр., следует обосновывать испытаниями по ГОСТ 12801-98 и по ТУ-5718.030.01393697-99. Применяемые добавки должны удовлетворять требованиям соответствующей технической документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

2.9. Волокнистая добавка должна быть однородной, не иметь примесей, быть устойчивой к нагреву до температуры 180°С и обладать влажностью не более 10% по массе. Рекомендуется применять проверенные в лаборатории стабилизирующие добавки, например VIATOP, TECHNOCEL 1004, TOPCEL, ARBOCEL, ITERFIBRA, DOLANIT.

2.10. Для приготовления щебеночно-мастичных смесей используются ***битумы*** нефтяные дорожные вязкие, отвечающие требованиям ГОСТ 22245-90, а также полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) по ОСТ 218.010-98 или по другой технической документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке. При использовании ПБВ допускается не вводить в смесь стабилизирующие добавки типа волокон, если обеспечиваются требования к показателю стекания вяжущего и к другим показателям физико-механических свойств.

2.11. Битумы и ПБВ должны иметь хорошую адгезию к поверхности применяемого щебня. При плохом сцеплении следует применять адгезионные добавки преимущественно катионного типа.

3. ПОДБОР СОСТАВОВ ЩМА

3.1. Составы горячей щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси следует подбирать исходя из заданной проектом толщины устраиваемого защитного слоя покрытия в соответствии с требованиями ТУ-5718.030.01393697-99.

Процесс подбора оптимального состава ЩМА условно можно разделить на три этапа.

3.2. На **первом этапе** в лаборатории определяют качество исходных минеральных материалов и битумного вяжущего, чтобы установить соответствие их свойств предъявляемым требованиям.

3.3. На **втором этапе** подбирают рациональное соотношение компонентов смеси: щебня, песка из отсева дробления, минерального порошка, битума и стабилизирующей добавки, при котором обеспечиваются свойства асфальтобетона по ТУ-5718.030.01393697-99.

3.4. На **заключительном этапе** проводят технико-экономическое сравнение вариантов подобранных составов смесей, отработку технологии приготовления смеси на асфальтобетонном заводе и (при необходимости) корректирование выбранного состава по результатам испытания пробных замесов в заводской смесительной установке.

3.5. Минеральную часть ЩМА подбирают па основании предварительно установленных зерновых составов фракционированного щебня, песка из отсева дробления и минерального порошка по предельным зерновым составам (табл. 1).

Таблица 1

Вид смеси	Содержание зерен, %, мельче данного размера, мм									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,071
ЩМА-10	-	-	**100-90**	**40-30**	29-19	26-16	**22-13**	20-11	17-10	**15-10**
ЩМА-15	-	**100-90**	60-40	**35-25**	28-18	25-15	**22-12**	20-10	16-9	**14-9**
ЩМА-20	**100-90**	70-50	42-25	**30-20**	25-15	24-13	**21-11**	19-9	15-8	**13-8**

Примечания. 1. Выделены обязательные требования. 2. Для повышения шероховатости и износостойкости покрытия под воздействием шин с шипами можно увеличить до 15% содержание зерен крупнее максимального размера.

3.6. В применяемом щебне основную часть должна составлять крупная фракция. Минеральную часть подбирают таким образом, чтобы кривая зернового состава расположилась в зоне, ограниченной предельными кривыми, и была плавной. Подбор состава смеси осуществляют с помощью компьютерной программы или вручную.

3.7. Количество выделенной фракции в минеральной смеси рассчитывают в зависимости от содержания смешиваемых компонентов и их зерновых составов по следующей формуле:

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_j x_{ij}}{100}, \qquad (1)$$

где Y_i – содержание i-й фракции в смеси;

j – номер компоненты;

n – количество компонент в смеси;

a_j – содержание j-й компоненты;

x_{ij} – содержание i-й фракции в j-й компоненте.

Пример подбора состава минеральной части смеси ЩМА приведен в прил.2 настоящих Методических рекомендаций.

3.8. При подборе зернового состава смеси следует учитывать количество зерен мельче 0,071 мм в песке из отсева дробления и условия их частичного удаления из сушильного барабана системой пылеулавливания. При сухой системе следует предусмотреть дозирование циклонной пыли в смесительную установку вместе с минеральным порошком; при мокрой – удаленную из смеси пыль необходимо пополнить дополнительным количеством минерального порошка.

3.9. Содержание битума и стабилизирующей добавки предварительно назначают на основания рекомендаций прил. В к ТУ-5738.030.01393697-99, после чего готовят в лаборатории пробный замес асфальтобетонной смеси массой 3 кг. Пробу горячей смеси испытывают на стекание вяжущего по методике прил. А к ТУ-5718.030.01393697-99. При показателе стекания выше 0,2% увеличивают содержание стабилизирующей добавки на 0,05-0,1% или уменьшают количество битума; при меньшем показателе из приготовленной смеси формуют два-три образца комбинированным способом уплотнения в соответствии с ГОСТ 12801-98.

3.10. Сформованные образцы взвешивают на воздухе и в воде, после чего испытывают на водонасыщение. Определив среднюю и истинную плотность асфальтобетона и минеральной части, рассчитывают остаточную пористость в образцах и пористость минерального остова. Если остаточная пористость не соответствует нормируемому значению, то по полученным характеристикам вычисляют требуемое содержание битума Б (% по массе):

$$Б = \frac{\left(V_{пор}^{м} - V_{пор}^{о}\right)\rho^{б}}{\rho_{т}^{м}}, \qquad (2)$$

где $V_{пор}^{м}$ – пористость минеральной части, %;

$V_{пор}^{о}$ – требуемая остаточная пористость асфальтобетона, %;

$\rho^{б}$ – истинная плотность битума, г/см^3;

$\rho_{т}^{м}$ – средняя плотность минеральной части, г/см^3.

3.11. С рассчитанным количеством битума вновь готовят смесь, определяют показатель стекания вяжущего, формуют два или три образца и определяют остаточную пористость или водонасыщение асфальтобетона. Если остаточная пористость и показатель водонасыщения составят 1,5-3,5%, то рассчитанное количество битума принимается за основу. В противном случае повторяют процедуру подбора содержания вяжущего.

3.12. По последнему рецепту готовят такой замес смеси, которого было бы достаточно для получения необходимого для определения физико-механических свойств ЩМА количества образцов. Если асфальтобетон из смеси подобранного состава не отвечает по некоторым показателям (например, по прочности при 50°С)предъявляемым требованиям, то рекомендуется увеличить (в допустимых пределах) содержание минерального порошка или применить более вязкий битум; при неудовлетворительных значениях предела прочности при 0°С – уменьшить количество минерального порошка, снизить вязкость битума или применить полимерно-битумное вяжущее. При недостаточной водостойкости асфальтобетона рекомендуется увеличить содержание минерального порошка либо битума, но в пределах, обеспечивающих заданные значения остаточной пористости и пористости минеральной части. Для повышения водостойкости рекомендуется применять добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ) или активированные минеральные порошки.

Таблица 2

Наименование показателя	Нормативное значение
Пористость минерального остова, %	15-19
Остаточная пористость, %	1,5-4,5
Водонасыщение, % по объему:	
в лабораторных образцах	1.0-4,0
в покрытии, не более	3,0
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре:	
20°С, не менее	2,2
50°С, не менее	0,65
0°С, не более	11,0
Коэффициент внутреннего трения tg ф, не менее	0,930
Водостойкость при длительном водонасыщении, не менее	0,85

Примечания: 1. Показатели сдвигоустойчивости ЩМА обоснованы для условий Московского региона. 2. Нормы к ЩМА могут уточняться разработчиком ТУ-5718.030.01393697-99 с учетом данных экспериментального строительства и дополнительных исследований.

3.13. Подбор состава асфальтобетонной смеси можно считать завершенным, если все показатели свойств асфальтобетонных образцов будут отвечать предъявляемым требованиям.

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЩМА

4.1. Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные должны отвечать требованиям ТУ-5718.030.01393697-99 и изготовляться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем в установленном порядке.

4.2. Зерновой состав минеральной части ЩМА должен соответствовать данным табл. 1.

4.3. Показатели физико-механических свойств ЩМА должны отвечать требованиям табл. 2.

4.4. Смеси должны выдерживать испытание на сцепление вяжущего с поверхностью зерен минеральной части.

4.5. Смесь не должна расслаиваться и сегрегироваться при перевозке, выгрузке и распределении асфальтоукладчиком. Показатель стекания

вяжущего при расчетной технологической температуре не должен превышать 0,2%.

4.6. Температура смесей ЩМА при выпуске из смесителя должна соответствовать требованиям табл. 3.

Таблица 3

Марка вяжущего по глубине проникания иглы	Температура ЩМА, °С
40-60	160-175
60-90	155-170
90-130	150-165
130–200	140-160

Примечание. В случае применения ПАВ или активированных минеральных порошков температуру нагрева минеральных материалов допускается снижать на 10-20°С.

5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ СМЕСЕЙ

5.1. Смеси ЩМА приготавливают в стандартных асфальтосмесительных установках, оборудованных смесителями принудительного перемешивания, путем смешения щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка и битума, а также стабилизирующих добавок в виде волокон или полимеров.

5.2. Порядок приготовления смесей необходимо отражать в технологическом регламенте или технологической карте с указанием особенностей технологии, составов выпускаемых смесей, данных о материалах, последовательности технологических операций, состава применяемого оборудования и метрологического обеспечения, а также порядка приемки и контроля качества вы пускаемой продукции.

5.3. При приготовлении щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси необходимо как можно точнее выдерживать проектный состав. Погрешность дозирования компонентов при приготовлении смеси не должна превышать:

- ☐ для щебня ±2%,
- ☐ минерального порошка и битума ±1,5%,
- ☐ добавки волокон ±5% массы соответствующего компонента.

5.4. Стабилизирующее добавки вводятся, как правило, в минеральную часть с целью исключить стекание вяжущего при хранении и транспортировании смеси, а также для улучшения однородности и физико-

механических свойств асфальтобетона. Стабилизатор в смесь можно добавлять вручную или с помощью специального дозирующего устройства.

5.5. Технологический процесс приготовления смеси в смесителях периодического действия включает следующие основные операции:

❶ подготовку минеральных материалов (подача и предварительное дозирование, высушивание и нагрев до требуемой температуры, пофракционное дозирование);

❷ подачу холодных минерального порошка и стабилизирующей добавки, дозирование их перед введением в смеситель;

❸ подготовку битума (разогрев и подача при необходимости из битумохранилища в битумоплавильню, выпаривание содержащейся в нем влаги и нагрев до рабочей температуры, в необходимых случаях введение поверхностно-активных веществ и других улучшающих добавок, дозирование перед подачей в мешалку смесителя);

❹ «сухое» перемешивание горячих минеральных материалов с холодным минеральным порошком и стабилизирующей добавкой;

❺ перемешивание минеральных материалов с битумом и выгрузку готовой асфальтобетонной смеси в накопительный бункер или автомобили-самосвалы.

5.6. При приготовлении смеси в смесителях непрерывного действия нет необходимости в отдельном дозировании горячих минеральных материалов, а нагрев и перемешивание минеральных материалов с битумом и стабилизирующей добавкой осуществляются в одном сушильно-смесительном барабане.

5.7. Фракционированный щебень и песок из отсева дробления подают от места складирования к агрегату питания ленточными транспортерами или фронтальными погрузчиками.

5.8. Щебень и песок необходимо складировать пофракционно на площадке с бетонным основанием и хорошим водоотводом. Площадка складирования должна иметь разделительные стены высотой не ниже 3 м, чтобы исключить перемешивание щебня различных фракций и песка.

5.9. Агрегаты питания должны быть оборудованы весовыми или объемными дозаторами для предварительного дозирования холодных и влажных минеральных материалов. Из агрегатов питания они поступают в барабан сушильного агрегата для просушивания и нагрева.

5.10. Температура нагрева смеси песка и щебня должна быть на 25-30°С выше требуемой температуры готовой асфальтобетонной смеси (см. табл. 3). По сравнению с приготовлением традиционных асфальтобетонных смесей для плотного асфальтобетона нагрев минеральных материалов в сушильном барабане рекомендуется повысить примерно на 10-20°С. Если

минеральные материалы перед поступлением в сушильный барабан имеют высокую влажность, то высушивание и нагрев следует производить не за счет увеличения подачи топлива в форсунку, а путем уменьшения подачи влажных материалов в сушильный агрегат. В случае применения поверхностно-активных веществ или активированных минеральных порошков температуру нагрева минеральных материалов рекомендуется снижать на 10-20°С.

5.11. Нагретые щебень и песок подаются из сушильного барабана в сортировочно-дозирующее устройство, где горячий минеральный материал с помощью системы виброгрохотов разделяется по фракциям, которые размещаются в отдельных отсеках бункера. Из бункеров, в которых накапливаются горячие материалы, они поступают в весовой бункер-дозатор. Дозирование фракционированных горячих материалов осуществляется по массе. Минеральный порошок дозируется в холодном состоянии с помощью общего весового дозатора или с помощью отдельных весов с более высокой точностью взвешивания.

5.12. Фракционированные горячие материалы в смеси дозируют исходя из проектного зернового состава смеси (см. прил. 2). Для перевода проектной формы зерен ЩМА к квадратной форме отверстий грохотов следует использовать переводную табл. 4.

5.13. Окончательное содержание дозируемых фракций уточняется по результатам испытаний пробного замеса снеси, полученного на конкретной смесительной установке. Циклонную пыль из системы пылеулавливания допускается подавать в смеси тельную камеру полностью вместе с минеральным порошком.

5.14. Стабилизирующую добавку волокон целлюлозы, представленную в виде пропитанных битумом и спрессованных гранул, можно автоматически подавать в смеситель из силосного склада через весовой или объемный дозатор по специально оборудованной линии. Свободные волокна целлюлозы после соответствующего механического распушивания рекомендуется вдувать непосредственно в смесительную камеру с помощью компрессора, а дозирование осуществлять по времени открытия и закрытия клапана.

5.15. Стабилизирующую добавку рекомендуется вводить в мешалку современной асфальтосмесительной установки циклического действия на разогретый каменный материал или перед подачей минерального порошка, или вместе с ним, предусматривая «сухое» перемешивание в течение 15-20 с. При последующем «мокром» перемешивании смеси с битумом в течение 10-20 с стабилизирующая добавка должна равномерно распределиться в асфальтовом вяжущем веществе.

Таблица 4

Соответствие размеров отверстий сит, мм	
круглых	квадратных
40,0	31,5
35,0	28,0
30,0	24,0
25,0	20,0
20,0	16,0
15,0	12,0
10,0	8,0
5,0	4,0

5.16. Продолжительность перемешивания смеси определяется техническими параметрами смесительной установки, степенью изношенности лопастей мешалки и в конечном счете должна обеспечивать равномерное распределение всех компонентов, включая волокна, и полное обволакивание дискретных зерен минерального материала битумом.

5.17. Температура готовых асфальтобетонных смесей при выходе из смесителя должна соответствовать требованиям табл. 3.

5.18. Приготовленную асфальтобетонную смесь из смесителя выгружают в скиповый подъемник с последующим перемещением ее в накопительный бункер или непосредственно в кузов автомобиля-самосвала для транспортирования к месту укладки. Использование накопительного бункера в качестве временного склада для хранения горячих асфальтобетонных смесей позволяет:

- ☐ обеспечить ритмичность выпуска смесей независимо от наличия транспортных средств, изменения режимов укладки и погодных условий;
- ☐ сократить время загрузки автомобилей;
- ☐ повысить производительность АБЗ.

Время хранения смеси ЩМА в накопительном бункере не должно превышать 0,5 ч.

5.19. Несмотря на то, что смеси ШМА обычно не проявляют признаков сегрегации, их рекомендуется загружать в автомобили-самосвалы как и обычные смеси в несколько приемов по длине кузова.

5.20. Кузов должен быть чистым. Перед погрузкой смеси его нужно обрабатывать специальными составами (например, кремнийорганической жидкостью, мыльным раствором, масляной эмульсией и т.п.), предотвращающими прилипание битума к днищу.

5.21. Загруженную в автомобили-самосвалы асфальтобетонную смесь необходимо накрывать при транспортировании защитными тентами. Дальность транспортирования смеси зависит от ее термоизоляции и условий охлаждения. В момент выгрузки в бункер асфальтоукладчика температура смеси должна быть не ниже 150°С.

5.22. Количество автомобилей-самосвалов должно быть достаточным для обеспечения непрерывной укладки смеси заданным темпом, согласованным с производительностью асфальтобетонного завода.

6. УКЛАДКА И УПЛОТНЕНИЕ СМЕСИ

6.1. Смеси ЩМА следует укладывать на заранее подготовленную поверхность основания при температуре окружающего воздуха не ниже 5°С.

При необходимости проводят ямочный ремонт, разделку и санирование трещин старого асфальтобетонного покрытия, фрезерование поверхности под проектную отметку или укладку выравнивающего слоя из асфальтобетона.

Для обеспечения сцепления поверхность нижнего слоя очищают от пыли и грязи механическими щетками, сжатым воздухом от передвижного компрессора или другими средствами, после чего обрабатывает органическим вяжущим: битумной эмульсией или жидким битумом.

6.2. На обрабатываемую поверхность наносятся маловязкие битумные эмульсии или жидкий битум, предварительно нагретые до рабочей температуры. Подгрунтовка распределяется автогудронатором с расходом битума 0,2-0,3 л/м^2. На отфрезерованную поверхность требуется в 1,5 раза больше битумной эмульсии. Перерасход битума в связующем слое не допускается. Пролитый и «лишний» битум необходимо удалить. Если по принятой технологии требуется повышенный расход вяжущего для подгрунтовки, то это следует учитывать при подборе состава смеси.

6.3. Горячая щебеночно-мастичная смесь укладывается и уплотняется как стандартная смесь обычными асфальтоукладчиками и гладковальцовыми катками. Укладку рекомендуется производить по возможности на полную ширину проезжей части асфальтоукладчиками на гусеничном ходу, оснащенными автоматическими системами обеспечения ровности поперечного уклона. Число одновременно работающих укладчиков зависит от общей ширины покрытия и ширины уплотняющих рабочих органов. Асфальтоукладчики во время укладки должны располагаться уступом на расстоянии друг от друга 10-30 м в зависимости от погодных условий. Автоматическая система выдерживания ровности должна работать от копирной струны, датчика поперечного уклона, опорного башмака или от длинной копирной лыжи в зависимости от принятого технологического регламента укладки.

6.4. При укладке слоя не на полную ширину технологические захватки должны соответствовать применяемой технике и обеспечивать минимальную протяженность «холодных» продольных и поперечных стыков при сопряжении укладываемых полос.

6.5. Перед началом укладки асфальтоукладчики устанавливаются в исходное положение и подготавливаются к работе согласно инструкции по эксплуатации:

- выглаживающую плиту располагают на деревянных брусках (стартовых колодках) параллельно основанию на высоту проектной толщины слоя и припуска на уплотнение 5-10% (проектной толщины слоя) и затем прогревают до температуры 150°С в течение 10-20 мин в зависимости от погодных условий;
- задают угол атаки выглаживающей плите 2-3 град.;
- настраивают автоматическую систему обеспечения ровности и поперечного уклона;
- проверяют соответствие длины и высотного положения распределительного шнека укладчика геометрическим размерам укладываемого слоя ЩМА (расстояние от нижней кромки лопасти шнека до поверхности основания должно составлять примерно половину толщины слоя);
- настраивают датчики подачи смеси, поддерживающие определенный уровень материала на концах шнекового распределителя;
- устанавливают режим работы трамбующего бруса и виброплиты: ход трамбующего бруса должен быть 5-6 мм, частота ударов трамбующего бруса около 1000 мин$^{-1}$, частота вибрации виброплиты в пределах 40 Гц. Вибрацию следует включать только в крайних случаях и при толщине устраиваемого слоя не меньше трехкратного размера зерен щебня в смеси.

6.6. После прохода асфальтоукладчика на поверхности уложенного слоя ЩМА не должно быть трещин, раковин, нарушения сплошности и других дефектов. Замеченные дефекты можно исправить вручную до начала уплотнения слоя катками путем добавления и разравнивания горячей смеси в этих местах. Однако следует иметь в виду, что липкость смесей ЩМА значительно выше, чем обычных смесей для плотного асфальтобетона по ГОСТ 9128-97. Для ручных работ щебеночно-мастичная смесь «тяжелая».

6.7. Для получения ровной поверхности слоя износа необходимо обеспечивать непрерывность укладки щебеночно-мастичной смеси. Рекомендуемая скорость укладки не менее 2-3 м/мин и зависит от поставки асфальтобетонной смеси к асфальтоукладчикам.

6.8. Расстояние от автомобилей-самосвалов с горячей смесью до асфальтоукладчика должно быть таким, чтобы не мешать их работе, успеть подъехать задним ходом к непрерывно двигающемуся асфальтоукладчику и остановиться за 30-60 см до упорных роликов. Смесь постепенно загружают в бункер укладчика, который толкает упорами снятый с тормозов автомобиль-самосвал с поднятым кузовом. Смесь должна равномерно поступать из кузова автомобиля-самосвала в бункер укладчика по мере ее расхода. Если смесь просыпалась мимо бункера, то ее следует убрать лопатами с мест прохода гусениц.

Асфальтобетонную смесь необходимо равномерно доставлять ко всем одновременно работающим укладчикам.

6.9. Регулирующие заслонки каждого пластинчатого питателя укладчика должны быть отрегулированы для равномерной подачи смеси в шнековую камеру. Асфальтобетонная смесь должна заполнять ее на уровне либо немного выше оси вала шнека. Если система подачи смеси отрегулирована, то пластинчатые контейнеры и шнеки с каждой стороны укладчика будут редко простаивать. Непрерывная работа органов подачи материала обеспечивает постоянный уровень смеси перед свободно плавающей выглаживающей плитой и является основным условием получения ровной поверхности покрытия.

6.10. При непродолжительных перерывах в доставке смеси ее не рекомендуется полностью вырабатывать из бункера асфальтоукладчика. Бункер всегда должен быть заполнен не менее чем на 25%. В случае вынужденной остановки асфальтоукладчика на 15-20 мин оставшуюся смесь из бункера необходимо переместить в обогреваемую шнековую камеру, так как смеси ЩМА при охлаждении затвердевают быстрее, чем стандартные асфальтобетонные смеси. При продолжительных перерывах поступления смеси с АБЗ следует израсходовать всю смесь, находящуюся в бункере, в шнековой камере и под плитой асфальтоукладчика.

6.11. Особое внимание необходимо уделять устройству «холодных» продольных и поперечных стыков при сопряжении укладываемых полос. Поперечные сопряжения должны быть перпендикулярны оси дороги. Края ранее уложенной полосы обрубают вертикально и смазывают битумом или битумной эмульсией. Холодный поперечный стык необходимо прогреть, установить укладчик таким образом, чтобы виброплита находилась над краем ранее уложенного слоя покрытия, затем наполнить шнековую камеру горячей смесью.

6.12. При работе одного укладчика длина полосы укладки, позволяющая обеспечить хорошее сопряжение смежных полос, назначается в пределах от 50 до 200 м в зависимости от скорости охлаждения. При укладке слоя износа сопряженными полосами работу организуют так, чтобы

в конце смены слой был уложен на всю ширину покрытия. При сопряжении слоя горячей смеси с краем остывшего покрытия последний целесообразно разогревать линейными инфракрасными разогревателями.

6.13. Для уплотнения слоев ЩМА наиболее пригодны тяжелые гладковальцовые катки массой 8-10 т, стальные вальцы которых смачиваются в процессе укатки мыльным раствором, водно-керосиновой эмульсией или водой. Катки на пневматических шинах применять не рекомендуется, так как при высоких температурах возможно налипание объемного битума ЩМА к резине шин. Только на заключительной стадии уплотнения при хорошо разогретых шинах возможно их использование.

6.14. Уложенный слой ЩМА следует уплотнять при максимальной температуре тяжелыми гладковальцовыми катками статического действия, которые должны двигаться короткими захватками со скоростью 5-6 км/ч как можно ближе к асфальтоукладчику.

6.15. При наличии поперечных сопряжений и продольных «холодных» стыков уплотнение следует начинать с них. Для сопряжения слоя с «холодной» полосой необходимо, чтобы свой первый проход каток осуществлял по ранее уложенной полосе укладки, перекрывая свежеуложенный слой на ширину 20-30 см. Перед катком в непосредственной близости от асфальтоукладчика должен постоянно находиться рабочий, задача которого сдвигать лишнюю смесь с «холодной» полосы на уплотняемый свежеуложенный слой горячей смеси.

6.16. В процессе уплотнения катки должны двигаться по укатываемой полосе челночно от ее краев к оси дороги, а затем от оси к краям, перекрывая каждый след на 20-30 см. Первый проход необходимо начинать, отступив от края покрытия на 10 см. Края уплотняются после первого прохода катка по всей длине полосы. Схема укатки должна обеспечивать равномерное уплотнение по всей ширине укатываемого полотна, что достигается одинаковым числом проходов катков по одному следу.

6.17. В случае устройства покрытия сопряженными полосами при уплотнении первой полосы необходимо следить за тем, чтобы вальцы катка находились на расстоянии не менее 10 см от кромки сопряжения. При уплотнении второй полосы первые проходы катка должны выполняться по продольному сопряжению с ранее уложенной полосой.

6.18. Уплотнять слой ЩМА катком с включенной вибрацией не рекомендуется, а при температуре щебеночно-мастичной смеси ниже 100°С, укладке смеси на жесткое основание, а также устройстве тонких слоев ЩМА – запрещается. Слои увеличенной толщины допускается уплотнять с вибрацией только при достаточно высокой температуре смеси после одного прохода по одному следу гладковальцевого катка статического действия. Для эффективного уплотнения достаточно 1-2 проходов.

6.19. Очень важно осуществлять быстрое уплотнение ЩМА при температурах не ниже 80°С, особенно при устройстве тонких слоев покрытий, так как их охлаждение происходит быстрее. За одним асфальтоукладчиком должны находиться, как правило, два тяжелых гладковальцовых катка статического действия. Требуемая степень уплотнения слоя ЩМА обычно достигается за 4 прохода катка по одному следу.

Арутюнов В., Кирюхин Г., Юмашев В. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России // Дороги России XXI века. – 2002. – № 3. – С. 58-61.

Извлечение

Для обеспечения расчетных скоростей и безопасности автомобильного движения, особенно на современных скоростных автомагистралях, необходимо иметь высокое эксплуатационное качество верхних «защитных» слоев дорожных покрытий. Верхние слои должны защищать нижележащие конструктивные слои дорожных одежд от доступа атмосферной влаги, что является непременным условием долговечности автомобильных дорог. При устройстве дорожных покрытий заслуживают особого внимания горячие щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси, которые обеспечивают не только высокие показатели шероховатости и сцепления с колесом автомобиля, но и более высокие показатели долговечности, особенно на дорогах с тяжелым автомобильным движением.

В 2000 и 2001 годах были построены экспериментальные участки покрытия из ЩМА на автомобильной дороге «МКАД – Каширa» общей площадью более 150 тыс. м^2. Применяемые щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси включали высокое содержание щебня (порядка 70-80%) с улучшенной (кубовидной) формой зерен, который создает устойчивый каркас при уплотнении покрытия. Высокое содержание известнякового минерального порошка (8-15%) и битума (не менее 5,5%) обеспечивало низкий уровень пустот в уплотненном слое покрытия. С целью структурирования и стабилизации битумного вяжущего в смесь добавляли целлюлозные волокна. Повышенное содержание прочного кубовидного щебня в щебеночно-мастичном асфальтобетоне призвано обеспечивать высокое сцепление с колесом автомобиля, шероховатость, сдвигоустойчивость и износостойкость покрытия, а повышенное содержание асфальтового вяжущего вещества (мастики) увеличивает водо- и морозостойкость, водонепроницаемость и усталостную стойкость верхнего слоя.

Для приготовления асфальтобетонных смесей использовался щебень из плотных горных пород. В 2000 году при устройстве экспериментального

участка в районе 117-119 км автомобильной дороги «Дон» применяли смеси на основе габбро-диабазового щебня с максимальной крупностью зерен 15 мм. В 2001 году верхний слой ЩМА на участке 96 -103 км автодороги «МКАД – Каширa» был построен на гранитном щебне крупностью до 15 мм, а на участке 103-105 км – на гранитном щебне крупностью до 20 мм. Щебень для ЩМА изготавливался на дробильно-сортировочной установке, обеспечивающей высокие требования к форме зерен. Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы в применяемом щебне не превышало 8% по массе.

В смесях ЩМА использовался только песок из отсевов дробления горных пород с маркой по прочности не ниже 1000 и с содержанием глинистых частиц, определяемых методом набухания, – не более 0,5%. Песок изготавливался из той же горной породы, что и щебень.

Минеральный порошок для приготовления щебеночно-мастичных смесей применялся неактивированный, отвечающий требованиям ГОСТ 16557-78. В качестве вяжущего использовали битум марки БНД 60/90 по ГОСТ 22245-90. Для улучшения сцепления с кислыми каменными материалами в битум вводили адгезионную добавку катионного типа в количестве 0,6% по массе.

Чтобы обеспечить усталостную стойкость, устойчивость к старению, водо- и морозостойкость ЩМА было предусмотрено увеличение содержания битума при проектировании составов смесей. Для удержания толстых пленок битума на поверхности щебня применяли в качестве стабилизирующей добавки VIATOP-66, производимый в Германии и поставленный фирмой РАСТОМ. VIATOP-66 представляет собой цилиндрические гранулы размером 2-10 мм серого цвета без запаха. В соответствии с технической спецификацией производителя, VIATOP- 66 – это гранулированная смесь на 66,6% состоящая из целлюлозных волокон и на 33,3% из битума. Средняя длина целлюлозных волокон составляет 1,1 мм, средняя толщина – 0,045 мм. Содержание стабилизирующей добавки устанавливали при проектировании смеси по комплексу показателей физико-механических свойств ЩМА, в том числе с помощью лабораторного метода оценки стекания вяжущего (по Шеленбергу). Этот метод испытания предназначается для оценки способности битумного вяжущего не вытекать из смеси во время хранения в накопительных бункерах и при транспортировании в кузовах автомобилей, характеризуя ее стабильность при технологических температурах.

Учитывая зарубежный опыт эксплуатации дорожных покрытий из ЩМА, при подборе составов и контроле качества смеси было предусмотрено определение характеристики сдвигоустойчивости. Проведенные

исследования сдвигоустойчивости ЩМА по разработанной ранее методике показали, что требуемый коэффициент внутреннего трения должен быть регламентирован значением 0,93. Это требование обеспечивает наибольшую величину показателя статического предела текучести ЩМА при сдвиге по сравнению с плотными асфальтобетонами по ГОСТ 9128-97.

Более высокое и устойчивое сопротивление сдвигу минерального остова щебеночно-мастичного асфальтобетона позволяет снизить требования к когезии и жесткости асфальтового вяжущего и повысить содержание объемного битума в смеси. Таким образом, структура запроектированного ЩМА оптимально сочетала максимальную жесткость минерального остова при сдвиге и высокую пластичность асфальтового вяжущего вещества при растяжении. Предельная относительная деформация растяжения ЩМА примерно в 1,5 раза выше, чем у асфальтобетона типа А. Высокое содержание асфальтового вяжущего вещества (мастики) способствует повышению усталостной стойкости и деформативности асфальтобетона, снижению растягивающих напряжений в покрытии. Очевидно, что и устойчивость к старению щебеночно-мастичного асфальтобетона повышается вследствие более толстых пленок битумного вяжущего и малой величины остаточной пористости в покрытии.

При приготовлении щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси необходимо выдерживать проектный состав с высокой точностью. Превышение содержания щебня в смеси приводит к увеличению показателей остаточной пористости и водонасыщения, что может снизить эрозионную стойкость верхнего слоя и привести в процессе его эксплуатации к образованию выбоин. Недостаток щебня в смеси обычно приводит к потере сдвигоустойчивости и шероховатости устраиваемого покрытия. Подобные дефекты могут наблюдаться также и при чрезмерном содержании битума в смеси или в связующем слое подгрунтовки. Поэтому повышенный расход битума при устройстве подгрунтовки основания не допускается.

Отдозированную добавку VIATOP-66 вводили в мешалку на разогретый каменный материал перед подачей минерального порошка, предусматривая сухое перемешивание в течение 10 с и последующее «мокрое» перемешивание смеси с битумом в течение 20-25 с. Этого времени было достаточно, чтобы стабилизирующая добавка равномерно распределилась в объеме асфальтового вяжущего вещества. При выгрузке из накопительного бункера в кузова автомобилей смесь выглядела однородной без каких-либо признаков сегрегации и расслоения. К месту укладки смесь транспортировалась большегрузными автомобилями при средней дальности перевозки до 50 км. Температура смеси в момент отгрузки была в пределах

165-170°С. Осенью 2000 года при температуре воздуха около 7°С температура смеси в укладчике была не ниже 150°С. Отслоения вяжущего в кузовах автомобилей в момент выгрузки смеси замечено не было. Лабораторный показатель стекания битума в смеси, которая поставлялась к месту укладки, колебался в пределах 0,12-0,20%, поэтому допустимое значение для этого показателя было увеличено с 0,15 до 0,20%.

Смесь распределялась по предварительно обработанному битумной эмульсией нижнему слою асфальтобетонного покрытия двумя асфальтоукладчиками на полную ширину проезжей части 11,5 м и тремя асфальтоукладчиками на ширину 13.5-14.0 м. Асфальтоукладчики во время укладки располагались уступом на расстоянии 15-20 метров друг от друга.

Уплотняли покрытие гладко-вальцовыми катками BW 161 Фирмы «Бомаг».

В условиях применения современной техники горячие щебеночно-мастичные смеси характеризуются высокими показателями удобоукладываемости и уплотняемости. В то же время необходимо отметить, что они более липкие, чем обычные смеси для плотного асфальтобетона по ГОСТ 9128-97. Для ручных работ щебеночно-мастичная смесь «тяжелая», однако после распределения асфальтоукладчиком потребность в ручных работах не возникает, так как трещины, раковины, разрывы сплошности и другие дефекты на поверхности уложенного слоя после прохода исправного асфальтоукладчика не наблюдаются.

Для получения ровной поверхности защитного слоя с однородной текстурой поверхности необходимо обеспечивать непрерывность укладки щебеночно-мастичной смеси. Скорость движения асфальтоукладчиков зависит от темпа доставки смеси к месту укладки. В процессе строительства она составляла от 2,0 до 3,0 м/мин. В случае вынужденной остановки асфальтоукладчика на период времени более 10-15 мин необходимо смесь из бункера укладчика перемещать в обогреваемую шнековую камеру. Было замечено, что смеси ЩМА при охлаждении затвердевают быстрее, чем стандартные асфальтобетонные смеси. При продолжительных перерывах поступления смеси с АБЗ следует израсходовать всю смесь, находящуюся в бункере, в шнековой камере и под плитой асфальтоукладчика.

Для предварительного уплотнения ЩМА при работе асфальтоукладчика с активными рабочими органами включали виброплиту с частотой колебаний 40 Гц. В осенний период уплотнение покрытия осуществляли также трамбующим брусом, при этом число оборотов в приводе снижали до 800 об/мин, а ход трамбующего бруса устанавливали минимальным.

Для окончательного уплотнения ЩМА наиболее пригодны гладковалыдовые катки, у которых стальные вальцы смачиваются в процессе укатки мыльным раствором или водой. Катки на пневматических шинах применять не следует, так как при высоких температурах существует опасность прилипания объемного битума к резиновым шинам. Тем не менее, при разогретых шинах пневматический каток можно применять на заключительной стадии уплотнения, что было специально проверено пробной укаткой экспериментальной смеси.

Высокая степень уплотнения защитного слоя легко достигается, если его толщина больше или равна трехкратному размеру щебня, а начальная температура уплотняемой смеси не ниже 150°С. Заканчивать уплотнение следует при температуре слоя 60-70°С. Важно осуществлять быстрое уплотнение ЩМА при максимально высоких температурах, особенно это важно при устройстве тонких слоев ввиду их ускоренного охлаждения. Вибрационное уплотнение ЩМА катками, как правило, не рекомендуется. Вибрацию запрещается применять при жестком основании и при устройстве тонких защитных слоев. Тем более, что в процессе научно-технического сопровождения строительства было отмечено: при большом числе проходов катков по слою ЩМА может происходить дробление щебня.

Контроль качества приготовления смесей ЩМА и устройства верхнего слоя покрытия производился в соответствии с технологическим регламентом и программой опытных работ. По результатам контроля качества предлагается оценивать плотность слоя ЩМА показателями водонасыщения или остаточной пористости образцов, отобранных из уплотненного покрытия. Определять коэффициент уплотнения готового покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона оказалось неэффективно. Это связано с низкой точностью определения коэффициента уплотнения вследствие малой толщины слоя и высокого содержания щебня в смеси, так как при переформовке ЩМА повышается неоднородность в свойствах переформованных лабораторных образцов, как по плотности, так и по водонасыщению.

Большое влияние на безопасность, скорость и комфортабельность движения по дороге, а также в конечном итоге на технико-экономические показатели автомобильного транспорта и самого покрытия, оказывает ровность поверхности проезжей части. Проведенные замеры ровности экспериментальных участков покрытия из ЩМА показали их преимущество по сравнению с покрытием из асфальтобетона типа А.

По результатам обследований экспериментальных покрытий из ЩМА достигнуты достаточно высокие показатели шероховатости и сцепления покрытия с колесом автомобиля при низких величинах

остаточной пористости и водонасыщения – в пределах 0,5-2,5%. Такое сочетание свойств возможно при строго определенном содержании щебня и асфальтового вяжущего вещества в смеси, которое присуще только составам ЩМА.

При контроле качества строительства экспериментальных участков замеряли глубину впадин шероховатости методом «Песчаное пятно».

Статистической обработкой измерений было показано, что при примерно одинаковых показателях остаточной пористости и водонасыщения, покрытия из асфальтобетонов различных типов гранулометрии, приготовленные на щебне различной крупности, отличаются друг от друга степенью шероховатости в широких пределах.

Судя по представленным данным, средняя глубина впадин шероховатости на участке покрытия из асфальтобетона типа А на щебне фракции 5-15 мм составила 0,63 мм при стандартном отклонении 0,168 мм. В рамках данного проектного типа мелкозернистой асфальтобетонной смеси за счет повышения крупности щебня на 5 мм (А 20 вместо А 15) можно увеличить шероховатость асфальтобетонного покрытия примерно на 0,3 мм. Более существенное повышение шероховатости возможно при переходе на составы щебеночно-мастичного асфальтобетона. Проведенные исследования показали, что покрытие из ЩМА характеризуются примерно в 1,8 раза более высокой шероховатостью по сравнению с покрытием, устроенным из асфальтобетонной смеси типа А той же крупности. Для ЩМА 15 она составила в среднем 1,2 мм, а для ЩМА 20 – 1,7 мм. В результате увеличивается коэффициент сцепления колеса автомобиля с влажной поверхностью, что способствует безопасному движению автомобилей.

Броницкий Е.И., Гуменюк Ю.А., Комиков А.В. Использование щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси при капитальном ремонте участков автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург (км 29 – км 62, км 72 – км 85) / Новости в дор. деле: Науч.-техн. информ. сб. / Информавтодор. – М., 2003. – Вып. 1. – С. 22-32.

Извлечение

При капитальном ремонте участков автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург предусматривались работы по усилению существующей дорожной одежды за счет укладки верхнего слоя покрытия толщиной

0,04 м из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМАС) и устройству новой дорожной одежды в местах уширения проезжей части.

Перед укладкой верхнего слоя покрытия из ЩМАС выполнялись подготовительные работы, включающие разделку трещин, фрезерование и укладку выравнивающего слоя для придания поперечному и продольному уклонам проектных значений, а также укладывался дополнительный нижний слой покрытия из обычной асфальтобетонной смеси толщиной 0,05 м.

Выпуск асфальтобетонной смеси и ЩМАС производился на финской асфальтобетонной установке «VIA NOVA-160». Подача материалов осуществлялась фронтальным погрузчиком RENDERS RL-200.

Поскольку ЩМАС имеют высокий процент содержания битума (до 7,5%), то может существовать большая вероятность его «вытекания» из смеси после производства как в процессе транспортировки, так и во время укладки. Для того чтобы стабилизировать битум в смеси, в процессе ее приготовления применяли специальную стабилизирующую добавку VIATOP- 66, которая представляет собой спрессованные и пропитанные битумом натуральные волокна целлюлозы. Количество добавляемого в смесь стабилизатора VIATOP- 66 составляет до 0,45% по объему, т.е. на изготовление 1 т щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси требуется до 4,5 кг стабилизатора VIATOP-66. Добавление стабилизатора в смесь производилось с использованием дозирующей системы весового типа.

Технология строительства щебеночно-мастичных асфальтобетонных покрытий (ЩМА) аналогична технологии строительства асфальтобетонных покрытий. При уплотнении слоев ЩМА использовались статические катки массой 10 т со стальными вальцами; количество проходов катка по одному следу должно быть не более 6 в каждом направлении.

Было осуществлено строительство верхнего слоя покрытия из ЩМАС на участках автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург общей протяженностью 28 км. При строительстве использовался следующий комплект машин:

Асфальтоукладчик DYNAPAG F-18/C/S 1
Асфальтоукладчик VOGELE S-1800 1
Каток гладковальцовый SASTA-WIBROMAX W 854 3
Каток гладковальцовый STAVISTROS VSH-102 1
Каток гладковальцовый BOMAG BW-151 1

Скорость строительства покрытия шириной 8 м составляла 1500 пог. м за смену.

Большое внимание в процессе производства работ уделялось контролю качества, который осуществляла Центральная лаборатория ЗАО «АДС». Центральная лаборатория представляет собой взаимосвязанную цепочку отдельных лабораторий, выполняющих контроль качества непосредственно на местах производства работ, и охватывает весь комплекс работ по контролю качества, включая входной, операционный и приемочный контроль.

Опыт выполнения работ по капитальному ремонту участков км 29 – км 62 и км 72 – км 85 автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург позволил сделать следующие выводы:

1. Работы в условиях интенсивного движения можно осуществлять скоростным методом на высоком техническом уровне с применением высокопроизводительных комплектов машин и современной технологии строительства.

2. Использование щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей для устройства верхнего слоя покрытия позволило обеспечить высокие транспортно-эксплуатационные показатели и качество покрытия.

3. В то же время из-за сложившегося неблагоприятного водно-теплового режима существующего земляного полотна автомобильной дороги и связанных с этим недопустимых неравномерных деформаций, вызванных морозным пучением грунтов на отдельных участках, невозможно обеспечить заданный срок службы вновь построенного верхнего слоя покрытия. Встает вопрос о выполнении комплекса работ по обеспечению устойчивости всей дорожной конструкции, иначе говоря, требуется реконструкция автомобильной дороги, которая практически невыполнима из-за невозможности уширения земляного полотна (наличие многочисленных населенных пунктов, по которым проходит автомобильная дорога, многочисленных кабельных коммуникаций, проложенных у подножия откосов земляного полотна и пр.), а интенсивное движение автомобилей делает практически невозможным проведение работ по переустройству нижних слоев дорожной одежды.

4. Возникает необходимость приведения параметров автомобильной дороги в соответствие с интенсивностью движения, иначе говоря, строительство отдельных участков новой автомобильной дороги по нормативам I категории и, в первую очередь, в обход населенных пунктов. Учитывая резкий дефицит выделяемых бюджетных средств, необходимо привлечь инвестиции из других источников, в связи с чем новые участки автомобильной дороги должны быть платными.

Кирюхин Г.Н., Балашов С.Ф., Сокальская М.Б. Устройство слоев износа из горячих щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей // Юбилейн. вып. – М., 2001. – С. 76-84. – (Сб. науч. тр. / Союздорнии).

Извлечение

В настоящее время для повышения шероховатости покрытий рекомендуют применять многощебенистые асфальтобетонные смеси с содержанием дробленых зерен щебня свыше 60%, которые включают специальные составы «открытых», дренирующих, высокоплотных и щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей.

Натурные наблюдения и испытания вырубок из верхних слоев покрытий дорог во II дорожно-климатической зоне показали, что многошебенистые асфальтобетоны с открытой пористостью 4-6% подвержены эрозионным разрушениям в гораздо большей степени, чем асфальтобетоны с замкнутой пористостью и водонасыщением ниже 4%, особенно в городских условиях с плохим водоотводом, при применении противогололедных солей и в случае частых переходов температуры воздуха через 0°С. Здесь особого внимания заслуживает применение ***горячих щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей***, которые могут обеспечивать не только высокие показатели шероховатости и сцепления покрытия с колесом автомобиля, но и долговечности, особенно на дорогах с движением автомобилей большой грузоподъемности.

На протяжении нескольких лет в Союздорнии проводились исследования шебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА), которые позволили выявить специфику структуры и обосновать комплекс требований к составу и физико-механическим свойствам материала с учетом климатических условий России. Оптимальные составы, рекомендуемые для устройства защитных слоев на дорогах с тяжелым автомобильным движением, регламентированы в ТУ 5718.030.01393697-99 «Смеси асфальтобетонные щебеночно-мастичные и асфальтобетон. Технические условия».

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси содержат порядка 70-80% щебня с улучшенной (кубовидной) формой зерен, который создает устойчивый каркас при уплотнении покрытия. Высокое содержание известнякового минерального порошка (8-15%) и битумного вяжущего (не менее 5,5%) обеспечивает низкий уровень пустот в уплотненном слое покрытия. Для структурирования и стабилизации битумного вяжущего рекомендуется вводить специальные стабилизирующие добавки, например волокна.

Повышенное содержание прочного кубовидного щебня в щебеночно-мастичном асфальтобетоне позволяет достичь высокого сцепления с колесом автомобиля, шероховатости, сдвигоустойчивости и износостойкости покрытия, а асфальтового вяжущего (мастики) – повысить водо- и морозостойкость, водонепроницаемость и усталостную стойкость защитного слоя.

В соответствии с ТУ-5718.030.01393697-99 щебеночно-мастичные смеси подразделяются на **три вида** в зависимости от крупности применяемого щебня:

❶ ЩМА-10 – основная фракция щебня 5-10 мм;

❷ ЩМА-15 – 10-15 мм;

❸ ЩМА-20 – 15-20 мм.

При этом рекомендуемая средняя толщина устраиваемых защитных слоев составляет соответственно 3, 4 и 5 см.

Для приготовления смесей применяется щебень из плотных горных пород по ГОСТ 8267-93. Допускается использовать щебень из металлургических шлаков по ГОСТ 3344-83, отвечающий предъявляемым требованиям.

Высоким требованиям должна соответствовать форма зерен применяемого щебня, который должен относиться к 1-й группе. Содержание зерен пластинчатой и игловатой форм должно быть не выше 15% по массе.

В смесях ЩМА следует использовать только песок из отсевов дробления горных пород с маркой по прочности не ниже 1000 и содержанием глинистых частиц, определяемым методом набухания, – не более 0,5%.

Минеральный порошок должен отвечать требованиям ГОСТ 16557-78. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять взамен части минерального порошка (до 50%) отсевы дробления горных пород с зернами мельче 0,16 мм. Другие техногенные отходы промышленного производства (золы уноса, цементная пыль и т.п.) могут использоваться в качестве минерального порошка только после подтверждения их пригодности предварительными испытаниями, в том числе проектного состава ЩМА.

Для приготовления щебеночно-мастичных смесей используют битумы нефтяные дорожные вязкие и полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) по технической документации, согласованной и утвержденной в установленном порядке. Предпочтительней применять битумы и ПБВ с более высокой адгезией к поверхности применяемого щебня.

Чтобы обеспечить требуемую долговечность защитного слоя покрытия, необходимо предусмотреть при проектировании состава смеси

достаточно высокое содержание битума, обеспечивая тем самым низкий уровень пустот в уплотненном слое. Для увеличения толщины битумных пленок, исключения расслаивания при хранении и транспортировании смеси и для обеспечения требуемой однородности устраиваемого покрытия следует дополнительно вводить в смесь стабилизирующие добавки, например целлюлозные или акриловые волокна. К добавкам предъявляют технические требования по термостойкости, влажности и однородности.

В лаборатории асфальтобетона и черных материалов Союздорнии были испытаны следующие стабилизирующие добавки: VIATOP-66, TECHNOCEL 1004, TOPCEL, ARBOCEL и DOLANIT. При проектировании составов ЩМА их количество составляло 0,2-0,5% массы смеси. По имеющемуся опыту в смесях ЩМА хорошо себя зарекомендовало однородное целлюлозное волокно, содержащее не менее 50% фибр длиной от 0,5 до 1,9 мм. Пригодность неапробированных добавок рекомендуется изучать путем комплексных лабораторных исследований в смесях ЩМА и экспериментальном строительстве.

Содержание стабилизирующей добавки в смеси определяют по комплексу показателей физико-механических свойств, в том числе с помощью лабораторного метода оценки стекания вяжущего (по Шеленбергу). Он предназначен для оценки способности битумного вяжущего удерживаться в смеси во время хранения в накопительных бункерах и транспортирования в кузовах автомобилей, характеризуя стабильность смеси при технологических температурах.

При приготовлении щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси необходимо точно выдерживать проектный состав. Превышение содержания щебня приводит к увеличению показателей остаточной пористости и водонасыщения, что может снизить эрозионную стойкость защитного слоя и привести к образованию выбоин в процессе его эксплуатации. При недостатке щебня снижаются сдвигоустойчивость и шероховатость устраиваемого слоя. Подобный эффект может наблюдаться и при чрезмерном содержании вяжущего в смеси или в слое подгрунтовки. Поэтому повышенный расход вяжущего для подгрунтовки оснований, предусмотренный в некоторых технологиях устройства защитных слоев, должен учитываться при подборе состава смеси.

Технология строительства верхнего слоя покрытия толщиной 4 см из ЩМА-15 отрабатывалась на производственной базе ОАО «Центрдорстрой» при реконструкции автомобильной дороги М-4 «ДОН». Асфальтобетонную смесь готовили специалисты фирмы «АСТАР» на смесительной установке «АММАНН» по рецепту, разработанному лабораторией асфальтобетона и черных материалов Союздорнии. В качестве

стабилизирующей добавки был использован «VIATOP-66». Необходимое количество добавки вводили в мешалку на разогретый каменный материал перед подачей минерального порошка, предусматривая сухое (в течение 10 с) и затем «мокрое» (20-25 с) перемешивание смеси с битумом. Этого времени было достаточно, чтобы стабилизирующая добавка равномерно распределилась в объеме асфальтового вяжущего вещества. При выгрузке из накопительного бункера в кузов автомобилей смесь выглядела однородной без каких-либо признаков сегрегации и отслоения битума.

К месту укладки смесь транспортировалась большегрузными автомобилями при средней дальности возки 50 км. Температура смеси в момент отгрузки составляла 165-170°С. При температуре воздуха около 7°С температура смеси в укладчике была не ниже 150°С. Отслоения вяжущего в кузовах автомобилей в момент выгрузки смеси не отмечено. Лабораторный показатель стекания битума в смеси, поставляемой к месту укладки, колебался в пределах 0,12-0,20%.

Укладку смеси осуществляла специализированная бригада ССУ «Асфальт». Смесь распределялась по предварительно обработанному битумной эмульсией нижнему слою асфальтобетонного покрытия двумя асфальтоукладчиками на полную ширину проезжей части 11,5 м. Асфальтоукладчики во время укладки располагались уступом на расстоянии друг от друга 15-20 м. Уплотняли покрытие гладковальцовыми катками DW161 фирмы «Бомаг» по схеме 3+2 (три катка – сразу за асфальтоукладчиками и 2 – за ними) за четыре прохода по одному следу. Катки работали без вибрации. Припуск толщины слоя на уплотнение составлял около 8%.

В условиях применения современной техники горячие щебеночно-мастичные смеси характеризуются высокими показателями удобоукладываемости и уплотняемости. Однако необходимо иметь в виду, что они гораздо более липкие, чем обычные смеси для плотного асфальтобетона по ГОСТ 9128-97. Для ручных работ щебеночно-мастичная смесь «тяжелая», но после распределения асфальтоукладчиком потребность в ручных работах не возникает, так как трещины, раковины, разрывы сплошности и другие дефекты на поверхности уложенного слоя после прохода исправного асфальтоукладчика не образуются.

Для получения ровной поверхности защитного слоя с однородной текстурой необходимо обеспечивать непрерывность укладки щебеночно-мастичной смеси. Скорость укладки зависит от поставки асфальтобетонной

смеси к асфальтоукладчикам и рекомендуется в пределах 2-3 м/мин. В случае вынужденной остановки асфальтоукладчика на 15-20 мин оставшуюся смесь из бункера необходимо переместить в обогреваемую шнековую камеру, так как смеси ЩМА при охлаждении отвердевают значительно быстрее, чем стандартные асфальтобетонные смеси. При продолжительных перерывах поступления смеси с АБЗ следует израсходовать всю смесь, находящуюся в бункере, в шнековой камере и под плитой асфальтоукладчика.

При работе асфальтоукладчика с активными рабочими органами эффективно применять для предварительного уплотнения ЩМА виброплиту с частотой колебаний 40 Гц. Уплотнение покрытия может осуществляться и трамбующим брусом, при этом число оборотов в приводе рекомендуется снизить до 800 в минуту, а ход трамбующего бруса должен быть минимальным.

Для окончательного уплотнения ЩМА наиболее пригодны гладковальцовые катки, у которых стальные вальцы смачиваются в процессе укатки мыльным раствором. Катки на пневматических шинах применять нежелательно, так как при высоких температурах существует опасность прилипания объемного битума к резиновым шинам. Тем не менее при разогретых шинах пневматический каток можно применять на заключительной стадии уплотнения, что нами и было специально проверено пробной укаткой экспериментальной смеси.

Высокая степень уплотнения защитного слоя легко достигается, если его толщина больше или равна трехкратному размеру зерен используемого щебня, а температура уплотняемой смеси не ниже 150°С. Важно осуществлять быстрое уплотнение ЩМА при высоких температурах, особенно при устройстве тонких слоев из-за их ускоренного охлаждения. Поэтому количество уплотняющей техники должно быть достаточным: на один асфальтоукладчик – как минимум два тяжелых катка статического или вибрационного действия. Уплотнять слой катком с включенной вибрацией не рекомендуется. При температуре щебеночно-мастичной смеси ниже 100°С, при укладке смеси на жесткое основание, а также при устройстве тонких слоев ЩМА уплотнять их катками с вибрацией запрещается. Толстые слои допускается уплотнять с вибрацией только при высокой температуре смеси после одного прохода гладковальцового катка статического действия. Для эффективного уплотнения достаточно 1-2 проходов вибрационного катка.

Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Строительство дорожных и аэродромных покрытий из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей. – М., 2003. – 96 с. – (Автомоб. дороги и мосты: Обзорн. информ. / Информавтодор; Вып. 2).

Извлечение

1. ВВЕДЕНИЕ

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси (ЩМАС) в последнее время завоевали популярность в Европе в качестве материала дорожных покрытий на дорогах с большой интенсивностью движения, в аэропортах и морских портах, а также стали распространяться по всему миру. Щебеночно-мастичные асфальтобетонные покрытия характеризуются комфортабельностью и безопасными ездовыми качествами, а их текстура отличается шероховатостью и способностью поглощать шум при движении транспортных средств. Жесткая скелетная структура из щебня обуславливает прекрасную сопротивляемость слоя пластическим сдвиговым деформациям, а наличие большого количества битумного вяжущего, который заполняет пространство между каменным материалом, делает щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) более долговечным материалом.

Специфика составов и структуры щебеночно-мастичного асфальтобетона предусматривает обязательное присутствие в качестве основных структурных составляющих прочного щебня с улучшенной (кубовидной) формой зерен, «объемного» битума и небольшого количества стабилизирующей (обычно волокнистой) добавки для дисперсного армирования вяжущего. Под «объемным» битумом принято понимать ту часть вяжущего в асфальтобетонной смеси, которая не подвержена структурирующему влиянию дальнодействующих поверхностных сил, действующих на границе раздела фаз. По толщине битумной прослойки, разделяющей минеральные зерна смеси, провести четкую границу между объемным и структурированным битумом практически невозможно. Однако различие между ними существует, так как основное назначение стабилизирующей добавки – удерживать более толстые пленки горячего битумного вяжущего на поверхности щебня и предотвращать его отслоение и вытекание из смеси при высоких технологических температурах приготовления, транспортирования и укладки.

В отличие от асфальтобетонных смесей по ГОСТ 9128-97, содержащих от 50 до 65% щебня, ЩМАС обладает более высоким его содержанием в пределах (70-80)%. В отличие от высокощебенистых смесей

открытого типа по ТУ 218 РСФСР 601-83 ЩМАС обладают повышенным содержанием битума (от 5,5 до 7,5% по массе). Чтобы удержать такое количество горячего битума на поверхности щебня, необходимо обязательное присутствие в смеси специальных стабилизирующих добавок типа волокон.

ЩМА представляет самостоятельную разновидность асфальтобетона, обеспечивающую, в отличие от других типов смесей, одновременно водонепроницаемость, сдвигоустойчивость и шероховатость устраиваемого верхнего слоя покрытия. Остаточная пористость уплотненного слоя ЩМА может составлять менее 1%, но при этом показатели сдвигоустойчивости и шероховатости покрытия остаются на достаточно высоком уровне.

Оригинальная спецификация материала позволяет производить его укладку тонкими слоями, соответственно на 1 м^2 поверхности требуется меньшее количество этой высококачественной асфальтобетонной смеси. Поэтому по сравнению с традиционными верхними слоями дорожных покрытий, ЩМА становится рентабельным, хотя и содержит в своем составе более дорогие и качественные материалы.

Процесс приготовления и укладки ЩМАС технологичен, экономичен и не требует каких-либо специальных дополнительных устройств. Покрытие имеет прекрасные эксплуатационные характеристики, долговечно.

В странах, где достаточно долго применяли щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси, определили, что для получения хорошего качества покрытия необходимо, чтобы смесь была тщательно подобрана по составу, а укладка и уплотнение были произведены в соответствии с технологическим регламентом на высоком техническом уровне.

4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИГОТОВЛЕНИЯ, УКЛАДКИ И УПЛОТНЕНИЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

4.1. Приготовление смеси

Горячие щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси приготавливают 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, а также стабилизирующих добавок типа волокон. По имеющимся данным, проблем, связанных с приготовлением смесей, не возникает. В анализируемых литературных источниках специально не оговариваются какие-либо изменения температурного режима приготовления смесей, хотя следует отметить, что общепринятая температура их приготовления примерно на 10°С выше, чем

регламентируемая в Российской Федерации для приготовления плотных смесей на основе окисленных битумов.

В процессе приготовления щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси необходимо как можно более точно выдерживать проектный состав, подобранный в лаборатории. Погрешность дозирования компонентов при приготовлении смеси не должна превышать для щебня ±2%, минерального порошка и битума ±1,5%, добавки волокон ±5% от массы соответствующего компонента.

Стабилизирующую добавку вводят, как правило, в минеральную часть смеси перед объединением ее с битумом. Добавка призвана исключить отслоение и стекание вяжущего при хранении и транспортировании горячей смеси, а также улучшить однородность и физико-механические свойства ЩМА. Добавление стабилизатора в приготавливаемую смесь может производиться как вручную, так и с помощью специальных систем дозирования.

Первые опытные партии выпускаемых ЩМАС в России приготавливали с гранулированной добавкой целлюлозы в смесительных установках периодического действия фирм Ammann и Teltomat (Германия) производительностью соответственно 300 и 100 т/ч. Причем гранулированную стабилизирующую добавку марки VIATOP-66 дозировали в асфальтобетонную смесительную установку вручную. Для этого гранулированная добавка расфасовывалась в соответствии с рецептом в мешки или ведра в количестве, потребном для приготовления одного замеса смеси. Корректирование содержания добавки в смеси производили изменением массы замеса смесителя циклического действия.

Для уменьшения вероятности ошибки и снижения трудоемкости работ было рекомендовано потребное количество стабилизирующей добавки (2,0-5,0 кг на 1 т смеси) дозировать с допускаемой погрешностью, используя специальные дозирующие системы объемного или весового типа. В последующем дозирование гранулированной стабилизирующей добавки осуществляли автоматически из силосной башни или контейнера. При использовании системы объемного дозирования стабилизирующая добавка из контейнера или силосной башни вместимостью 3-4 м^3 через роторное дозирующее устройство поступает в пневматический конвейер и по трубопроводу подачи диаметром 150 мм подается в циклон с встроенной загрузочной воронкой и датчиком наличия материала. Далее добавка через автоматический клапан выпускного отверстия попадает в трубопровод подачи материала в смеситель.

Система весового дозирования отличается от объемного дозатора тем, что добавка из контейнера или силосной башни с помощью шнекового

конвейера вначале подается в весовой бункер, где дозируется, а уже затем поступает в трубопровод пневматического конвейера.

Дальнейшая схема прохождения материала как и в системе объемного дозирования. В обеих системах дозирования в нижней части контейнера или силосной башни монтируется датчик контроля прохождения материала, который автоматически включает вибратор, установленный на нижней наклонной стенке контейнера или силосной башни, при возможном отсутствии поступления материала. Вибратор побуждает добавку перемещаться в контейнере или силосной башне в случае ее зависания.

Гранулированную добавку стабилизатора можно подавать в асфальтобетонный смеситель также по линии возврата сухой пыли улавливания. Подобная схема дозирования гранулированной добавки VIATOP-66 была реализована на смесительной установке Teltomat-100 в ГП «Ногинский Автодор».

Еще одним вариантом дозирования стабилизатора является использование линии подачи в смеситель крошки старого асфальтобетона, являющейся штатным оборудованием на современных смесительных установках. Этот вариант был принят за основу на смесительной установке Teltomat производительностью 240 т/ч на АБЗ «Бетас».

Если же для приготовления ЩМАС предусматривается использовать волокно целлюлозы, не спрессованное в гранулы, то система подачи и дозирования добавки в асфальтобетонный смеситель должна быть другой. Свободные волокна целлюлозы после соответствующей механической распушки в специальном бункере рекомендуется вдувать с помощью компрессора непосредственно в смесительную камеру, а дозирование их в смеситель циклического действия осуществляется по установленному времени подачи вслед за подачей минерального порошка. Компьютерная программа управления процессом приготовления смеси должна обеспечивать требуемую точность дозирования волокон в смеситель после подачи минеральных материалов перед или вместе с подачей битума. Такая технология дозирования была предусмотрена на асфальтосмесительной установке «Амоматик Вихясиата», арендованной ЗАО «АДС» у фирмы «Лемминкяйнен».

В случае приготовления асфальтобетонной смеси в смесителях непрерывного действия необходимо предусмотреть непрерывное дозирование гранулированной стабилизирующей добавки типа VIATOP в смесительный барабан параллельно подаче минерального порошка. Дозирование гранулированной добавки в асфальтобетонный смеситель непрерывного действия Roadbuilder ADM-160 было отработано специалистами ЗАО «Труд».

Спецификой щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси является, в частности, более высокая по сравнению с обычными асфальтобетонными смесями температура приготовления. Это связано, с одной стороны, с изменением реологических свойств и температурной чувствительности смеси, а с другой стороны, с тем, что она укладывается, как правило, более тонкими слоями, поэтому склонна к быстрому охлаждению. Рекомендуемая температура приготовления ЩМАС в зависимости от вязкости применяемого битума приведена в табл. 7.

Таблица 7

Требования к температуре горячей щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси

Марка вяжущего по глубине проникания иглы при 25°С	Температура смеси, °С
40/60	160-175
60/90	155-170
90/130	150-165
130/200	140-160

Примечание. В случае применения поверхностно-активных веществ или активированных минеральных порошков температуру нагрева минеральных материалов допускается снижать на 10-20°С.

Технологический процесс приготовления смеси в смесителях периодического действия включает следующие основные операции:

- подготовку минеральных материалов (подачу и предварительное дозирование, высушивание и нагрев до требуемой температуры, пофракционное дозирование);
- подачу холодных минерального порошка и стабилизирующей добавки, дозирование их перед подачей в смеситель;
- подготовку битума (разогрев и подачу при необходимости из битумохранилища в битумоплавильню, выпаривание содержащейся в нем влаги и нагрев до рабочей температуры, в необходимых случаях введение поверхностно-активных веществ и других улучшающих добавок, дозирование перед подачей в смеситель);
- «сухое» перемешивание горячих минеральных материалов с холодным минеральным порошком и стабилизирующей добавкой;
- перемешивание минеральных материалов с битумом и выгрузку готовой асфальтобетонной смеси в накопительный бункер или автомобили-самосвалы.

Технологический процесс приготовления смеси в смесителях непрерывного действия отличается отсутствием отдельного дозирования горячих минеральных материалов и объединением нагрева и перемешивания минеральных материалов с битумом и стабилизирующей добавкой в одном сушильно-смесительном барабане.

Фракционированный щебень и песок из отсева дробления подают от места складирования к агрегату питания ленточными транспортерами или фронтальными погрузчиками.

Щебень и песок необходимо складировать раздельно на площадке с укрепленным основанием, обеспечивающим хороший водоотвод. Площадка складирования материалов должна иметь разделительные стены высотой не менее 3 м для исключения перемешивания щебня различных фракций и песка между собой.

Агрегаты питания оборудуют весовыми или объемными дозаторами для предварительного дозирования холодных и влажных минеральных материалов. Из агрегатов питания минеральные материалы поступают в барабан сушильного агрегата, где они просушиваются и нагреваются до соответствующей температуры.

Температура нагрева смеси песка и щебня должна быть примерно на 25-30°С выше требуемой температуры готовой асфальтобетонной смеси, приведенной в табл. 7. По сравнению с приготовлением традиционных асфальтобетонных смесей для плотных асфальтобетонных смесей нагрев минеральных материалов в сушильном барабане рекомендуется повышать примерно на (10-20)°С. Если минеральные материалы перед поступлением в сушильный барабан имеют высокую влажность, то добиваться их высушивания и нагрева следует не за счет увеличения подачи топлива в форсунку, а в результате уменьшения подачи влажных материалов в сушильный агрегат. В случае применения поверхностно-активных веществ или активированных минеральных порошков температуру нагрева минеральных материалов рекомендуется снижать на 10-20°С.

Нагретые щебень и песок подаются из сушильного барабана в сортировочно-дозирующее устройство, где горячий минеральный материал с помощью системы виброгрохотов разделяется по фракциям, которые размещаются в отдельных отсеках бункера. Из бункеров, в которых накапливаются горячие материалы, они поступают в весовой бункер-дозатор. Дозирование фракционированных горячих материалов осуществляется по массе. Минеральный порошок дозируется в холодном состоянии с помощью общего весового дозатора или с помощью отдельных весов с более высокой точностью взвешивания.

Дозируемое содержание фракционированных горячих материалов в смеси назначают исходя из проектного зернового состава смеси, подобранного в лаборатории.

Стабилизирующую гранулированную добавку рекомендуется вводить в смеситель современной асфальтосмесительной установки на разогретый каменный материал перед или вместе с минеральным порошком, предусматривая «сухое» перемешивание в смесителях циклического действия в течение 15-20 с. При последующем «мокром» перемешивании смеси с битумом в течение 10-20 с стабилизирующая добавка должна равномерно распределиться в объеме асфальтового вяжущего вещества.

Продолжительность перемешивания смеси определяется техническими параметрами смесительной установки, степенью изношенности лопастей смесителя и в конечном итоге должна обеспечивать равномерное распределение всех компонентов, включая волокна, и полное обволакивание дискретных зерен минерального материала битумом.

Температура готовых асфальтобетонных смесей при выходе из смесителя должна соответствовать требованиям табл. 7, а при укладке в покрытие – требованиям, приведенным в табл. 9.

Таблица 9

Температура щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси при укладке

Марка вяжущего	Температура, °С, не менее
40/60	150
60/90	145
90/130	140
130/200	135

Приготовленную асфальтобетонную смесь из смесителя выгружают в скиповый подъемник с последующим перемещением ее в накопительный бункер или непосредственно в кузов автомобиля-самосвала для транспортирования к месту укладки. Использование накопительного бункера в качестве временного склада для хранения горячих асфальтобетонных смесей позволяет обеспечивать ритмичность выпуска смесей независимо от наличия транспортных средств, изменения режимов укладки и погодных условий, а также сократить время загрузки автомобилей-самосвалов и повысить производительность АБЗ. В накопительном бункере рекомендуется ограничивать время хранения щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси не более 1 ч.

Внешне ЩМАС не проявляют признаков сегрегации. Тем не менее их рекомендуется загружать в кузова автомобилей-самосвалов как и

обычные смеси в несколько приемов по длине кузова, чтобы предотвратить возможность сегрегации.

Кузова автомобилей-самосвалов должны быть чистыми. Перед погрузкой их нужно обрабатывать специальными составами, предотвращающими прилипание к днищу битума, например, мыльным раствором, масляной или керосиновой эмульсией, кремнийорганической жидкостью и т.п.

Асфальтобетонная смесь, загруженная в автомобили-самосвалы, должна закрываться на период транспортирования защитными тентами. Дальность транспортирования смеси зависит от ее термоизоляции и условий охлаждения. В момент выгрузки в бункер асфальтоукладчика температура смеси должна быть не ниже температуры, приведенной в табл. 9.

Количество автомобилей-самосвалов должно быть достаточным для обеспечения непрерывной укладки смеси заданным темпом, который должен быть согласован с производительностью асфальтобетонного завода.

4.2. Укладка и уплотнение смеси

Качество асфальтобетонных покрытий во многом зависит от технологии укладки и уплотнения смеси. Укладку горячей щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси производят, как правило, при температуре окружающего воздуха выше 5°С на заранее подготовленную поверхность основания. Конструктивный слой дорожной одежды, на который предстоит укладывать ЩМАС, должен быть построен в соответствии с действующими нормами. При необходимости проводят ямочный ремонт, разделку и гидроизоляцию трещин старого асфальтобетонного покрытия, фрезерование поверхности под проектную отметку или устраивают выравнивающий слой из асфальтобетонной смеси.

Чтобы обеспечить хорошее сцепление укладываемого слоя с основанием, поверхность последнего очищают от пыли и грязи механическими щетками, сжатым воздухом от передвижного компрессора или другими средствами, после чего обрабатывают органическим вяжущим: битумной эмульсией или жидким битумом. Битумная эмульсия или жидкий битум перед нанесением на обрабатываемую поверхность должны быть нагреты до рабочей температуры и быть как можно менее вязкими.

Подгрунтовку наносят на обрабатываемую поверхность автогудронатором с расходом вяжущего в пределах 0,2-0,3 л/м^2. Если старое асфальтобетонное покрытие было подвергнуто фрезерованию, то на поверхность требуется нанести примерно в 1,5 раза большее количество битумной эмульсии. Однако перерасход битума в связующем слое подгрунтовки нельзя допускать, как и неравномерность его нанесения. Пролитый и «лишний» битум необходимо удалить с обрабатываемой

поверхности или равномерно распределить на большую площадь с помощью щеток. Если же принятая технология строительства защитного слоя покрытия специально предусматривает повышенный расход вяжущего для подгрунтовки, то это должно учитываться при подборе состава щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси.

Горячая щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь укладывается и уплотняется как стандартная асфальтобетонная смесь с применением обычных асфальтоукладчиков и гладковальцовых катков. С целью повышения качества покрытия рекомендуется укладку смеси производить по возможности на полную ширину проезжей части с помощью асфальтоукладчиков на гусеничном ходу, оснащенных автоматическими системами обеспечения ровности и поперечного уклона. Число одновременно работающих укладчиков назначается в зависимости от общей ширины покрытия и ширины уплотняющих рабочих органов. Например, укладку верхнего слоя покрытия из ЩМАС на автомобильной дороге МКАД – Каширa осуществляли сразу на всю ширину 13,6 м тремя гусеничными асфальтоукладчиками моделей Супер-1800 и Супер-2500 фирмы Vogele (Германия). Асфальтоукладчики во время укладки располагаются уступом. Расстояние между одновременно работающими укладчиками назначается в пределах 10-30 м в зависимости от погодных условий и соблюдения мер безопасности.

Автоматическая система выдерживания ровности у асфальтоукладчиков должна работать от копирной струны, датчика поперечного уклона, опорного башмака или от длинной копирной лыжи в зависимости от утвержденного технологического регламента укладки смеси. Перед началом укладки асфальтоукладчики должны быть установлены в исходное положение и подготовлены к работе в соответствии с инструкцией их эксплуатации:

- выглаживающая плита укладчика устанавливается на деревянные бруски (стартовые колодки) параллельно основанию на высоту проектной толщины слоя и припуска на уплотнение, который составляет примерно 10-15% от проектной толщины слоя, после чего прогревается до температуры 150°С в течение 10-20 мин в зависимости от погодных условий;

- задается угол атаки выглаживающей плите 2-3 град;

- настраивается автоматическая система обеспечения ровности и поперечного уклона;

- проверяется соответствие длины и высотного положения распределительного шнека укладчика геометрическим размерам укладываемого слоя ЩМА (расстояние от нижней кромки лопасти шнека

до поверхности основания должно быть равно примерно половине толщины слоя);

- настраиваются датчики подачи смеси, поддерживающие определенный уровень материала на концах шнекового распределителя;

- устанавливаются режимы работы трамбующего бруса и виброплиты: ход трамбующего бруса должен быть в пределах 5-6 мм, частота ударов трамбующего бруса около 1000 мин$^{-1}$), частота вибрации виброплиты в случае необходимости – около 40 Гц. Вибрацию следует включать только в крайних случаях и при толщине устраиваемого слоя не меньше, чем трехкратный размер зерен щебня в смеси.

После прохода исправного асфальтоукладчика на поверхности уложенного слоя ЩМА, как правило, трещины, раковины, разрывы сплошности и другие дефекты не образуются.

В исключительных случаях замеченные дефекты можно исправить вручную до начала уплотнения слоя катками путем добавления и разравнивания горячей смеси в этих местах. Однако следует иметь в виду, что ЩМАС гораздо более липкие, чем обычные смеси для плотного асфальтобетона по ГОСТ 9128-97. Для ручных работ щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь «тяжелая», поэтому слои из этой смеси не подходят для ручных работ.

Для получения ровной поверхности слоя износа необходимо обеспечивать непрерывность укладки щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси. Скорость укладки зависит от поставок асфальтобетонной смеси к асфальтоукладчикам и рекомендуется не менее чем 2,0-3,0 м/мин.

Автомобили-самосвалы с горячей смесью должны ожидать асфальтоукладчик достаточно далеко впереди, чтобы не мешать работе, но и достаточно близко, чтобы успеть подъехать задним ходом к непрерывно двигающемуся асфальтоукладчику и остановиться за 30-60 см до упорных роликов. Смесь постепенно загружают в бункер укладчика, который толкает упорами снятый с тормозов автомобиль-самосвал с поднятым кузовом. Смесь должна равномерно поступать из кузова автомобиля-самосвала в бункер укладчика по мере ее расхода. При этом нужно следить за тем, чтобы она не просыпалась мимо бункера. Если это произойдет, то смесь следует убрать лопатами с мест прохода гусениц. Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь должна равномерно доставляться ко всем одновременно работающим укладчикам, обеспечивая постоянную скорость укладки.

Если пластинчатые питатели укладчика снабжены регулирующими заслонками, то они должны быть отрегулированы для равномерной подачи смеси в шнековую камеру. ЩМАС должна заполнять шнековую камеру на

уровне либо немного выше оси вала шнека. Если система подачи смеси отрегулирована правильно и функционирует нормально, то пластинчатые контейнеры и шнеки с каждой стороны укладчика будут простаивать редко. Непрерывная работа органов подачи материала обеспечивает постоянный уровень смеси перед свободноплавающей выглаживающей плитой и является основным условием получения ровной поверхности покрытия.

При непродолжительных перерывах в доставке смеси ее не следует полностью вырабатывать из бункера асфальтоукладчика. Бункер всегда должен быть заполнен не менее чем на 25%. В случае вынужденной остановки асфальтоукладчика на 15-20 мин оставшуюся смесь из бункера необходимо переместить в обогреваемую шнековую камеру, так как ЩМАС при охлаждении затвердевают заметно быстрее, чем стандартные асфальтобетонные смеси. При продолжительных перерывах поступления смеси к месту укладки следует израсходовать всю смесь, находящуюся в бункере, шнековой камере и под плитой асфальтоукладчика.

Устройству «холодных» продольных и поперечных стыков при сопряжении укладываемых полос необходимо уделять особое внимание. Поперечные сопряжения должны быть перпендикулярны оси дороги. Края ранее уложенной полосы обрубают вертикально и смазывают битумом или битумной эмульсией. Холодный поперечный стык необходимо прогреть, установить укладчик таким образом, чтобы виброплита находилась над краем ранее уложенного слоя покрытия, затем наполнить шнековую камеру горячей смесью.

При работе одного укладчика длина полосы укладки, позволяющая обеспечить хорошее сопряжение смежных полос, назначается в зависимости от скорости охлаждения в пределах от 50 до 200 м. При укладке слоя износа сопряженными полосами работу организуют так, чтобы в конце смены слой был уложен на всю ширину покрытия. При вынужденном сопряжении слоя горячей смеси с краем остывшего покрытия последний целесообразно разогревать линейными инфракрасными разогревателями.

Уложенный слой ЩМАС следует уплотнять при максимальной температуре гладковальцовыми катками статического действия, которые двигаются по возможности короткими захватками со скоростью 5-6 км/ч, приближаясь как можно ближе к асфальтоукладчику. Для уплотнения слоев ЩМАС наиболее пригодны гладковальцовые катки массой 8-10 т, у которых стальные вальцы смачиваются в процессе укатки мыльным раствором, водно-керосиновой эмульсией или просто водой. Обильное орошение вальцов катка недопустимо, так как ведет к ускоренному охлаждению уплотняемого слоя. В связи с тем, что ЩМАС более липкие, чем обычные асфальтобетонные смеси, необходимо обеспечивать равномерное орошение

вальцов катков водой. В случаях, когда поверхность вальца смачивается не полностью, возможно налипание на нее смеси. При этом на поверхности укатываемого покрытия появляются дефекты в виде отрыва щебня. Эти дефекты можно ликвидировать путем добавления и разравнивания горячей смеси перед проходом катка.

Катки на пневматических шинах применять не рекомендуется, так как при высоких температурах возможно прилипание объемного битума к резиновым шинам. Но на заключительной стадии уплотнения при хорошо разогретых шинах и при определенных составах ЩМАС пневматический каток может заменить гладковальцовый.

В случае укладки слоя не на полную ширину покрытия технологические захватки должны соответствовать применяемой технике и обеспечивать минимальную протяженность «холодных» продольных и поперечных стыков сопряжения укладываемых полос. При наличии поперечных сопряжений и продольных «холодных» стыков уплотнение следует начинать с них. Для сопряжения укладываемого слоя с холодной полосой необходимо, чтобы каток осуществлял первый проход по ранее уложенной полосе, перекрывая свежеуложенный слой на ширину 20-30 см. При этом перед катком должен постоянно находиться в непосредственной близости от асфальтоукладчика рабочий, который сдвигает лишнюю смесь с холодной ранее уложенной полосы на уплотняемый свежеуложенный слой горячей смеси.

В процессе уплотнения катки должны двигаться по укатываемой полосе челночно от ее краев к оси дороги, а затем от оси к краям, перекрывая каждый след на 20-30 см. Первый проход катка лучше начинать, отступив от края покрытия на 10 см. Края уплотняются после первого прохода катка по всей длине полосы. Схема укатки должна обеспечивать равномерное уплотнение по всей ширине укатываемого полотна, что достигается одинаковым числом проходов катков по одному следу.

В случае устройства покрытия сопряженными полосами при уплотнении первой полосы рекомендуется следить за тем, чтобы вальцы катка находились на расстоянии не менее 10 см от кромки сопряжения. При уплотнении второй полосы первые проходы катка должны выполняться по продольному сопряжению с ранее уложенной полосой.

Уплотнять слой ЩМАС катком с включенной вибрацией не рекомендуется. При температуре щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ниже 100°С, при укладке смеси на жесткое основание, а также при устройстве тонких слоев уплотнять их катками с вибрацией запрещается. Толстые слои допускается уплотнять с вибрацией только при достаточно высокой температуре смеси после одного прохода по одному следу

гладковальцового катка статического действия. Для эффективного уплотнения достаточно 1-2 проходов вибрационного катка по одному следу.

Очень важно осуществлять быстрое уплотнение ЩМАС при температурах не ниже 70-80°С, особенно при устройстве тонких слоев покрытий ввиду их быстрого охлаждения. Поэтому количество уплотняющей техники должно быть достаточным и зависит от условий укладки. Необходимо за одним асфальтоукладчиком, как правило, следовать двум гладковальцовым каткам статического действия. Требуемая степень уплотнения слоя ЩМАС обычно достигается при среднем количестве проходов катков по одному следу от 4 до 6. Требуемое количество проходов катков рекомендуется уточнять при пробной укатке. Лишние проходы катков при уплотнении покрытия также недопустимы, так как могут привести к дроблению щебня.

4.3. Контроль качества работ

Контроль качества строительства покрытий из ЩМАС должен отвечать действующим правилам при устройстве конструктивных слоев из горячих асфальтобетонных смесей с учетом некоторых особенностей. При приготовлении щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси контролируют: качество всех компонентов, температурный режим подготовки битума, температуру готовой смеси и ее качество. Работу дозаторов минеральных материалов, битума и стабилизирующей добавки контролируют в установленном порядке, руководствуясь инструкциями по эксплуатации соответствующего оборудования.

При входном контроле определяют качество поступающих на АБЗ материалов в каждой партии по соответствующим паспортам, техническим свидетельствам и стандартам. Стабилизирующие добавки, применяемые в смесях, должны отвечать предъявляемым требованиям и соответствовать техническим спецификациям или свидетельствам поставщиков. Косвенным показателем качества применяемой добавки является стабильность показателя стекания вяжущего в выпускаемой смеси. Контроль осуществляет лаборатория АБЗ в соответствии с утвержденным технологическим регламентом.

При операционном контроле приготовления ЩМАС проверяют 2-3 раза в смену соблюдение установленного температурного режима и качество смешения. Смесь при выходе из смесителя должна быть однородной, не содержать непокрытых битумом зерен и сгустков битума. По внешнему виду она должна представлять собой черную блестящую массу и не изменять внешний вид в течение смены.

Для приемочного контроля качества готовой смеси отбирают не менее одной пробы от каждой партии. Партией считают количество смеси

одного состава, выпускаемое на одной смесительной установке в течение смены, но не более 1200 т. При изменении состава ЩМАС и во всех сомнительных и спорных случаях для испытаний отбирают дополнительные пробы. При приемосдаточных испытаниях пробы отбирают в соответствии с ГОСТ 12801-98 и определяют температуру отгружаемой смеси при выпуске из смесителя или накопительного бункера, состав смеси, водонасыщение, предел прочности при сжатии при температуре 50°С и показатель стекания вяжущего.

При периодическом контроле дополнительно определяют пористость минеральной части, остаточную пористость, водостойкость при длительном водонасыщении, коэффициент внутреннего трения, предел прочности при сжатии при температуре 0 и 20°С и сцепление битума с минеральной частью смеси. Периодический контроль осуществляют не реже 1 раза в месяц, а также при каждом изменении свойств материалов, применяемых для приготовления смеси.

Испытания щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей проводят в соответствии с ГОСТ 12801-98 и ТУ-5718.030.01393697-99. Образцы ЩМАС формуют в цилиндрических формах диаметром 71,4 мм, применяя метод вибрирования с последующим прессованием. В форму между двумя вкладышами и уплотняемой смесью рекомендуется помещать бумажные прокладки. Температура смеси при приготовлении образцов должна соответствовать температуре, приведенной в табл. 7.

Основным критерием качества приготовления смеси является точность соблюдения проектного состава. При этом особое внимание следует уделять контролю содержания битума и стабилизирующей добавки. Косвенным показателем содержания битума может служить величина водонасыщения в образцах, которые формуются на асфальтобетонном заводе, а показатель стекания вяжущего особенно чувствителен к содержанию стабилизирующей добавки в смеси.

Контроль качества щебеночно-мастичного асфальтобетона в покрытии производят по показателю водонасыщения или остаточной пористости образцов-кернов, которые отбирают не раньше чем через сутки после укладки и уплотнения слоя. Определять коэффициент уплотнения покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона не рекомендуется. Этот показатель является менее надежным, так как характеризуется низкой повторяемостью и воспроизводимостью по ИСО 5725-2-94 вследствие малой толщины контролируемого слоя и высокого содержания щебня в смеси. При переформовке ЩМА наблюдается не только высокий разброс значений плотности в параллельных образцах, но и заметно увеличивается дробимость в них щебня.

В процессе укладки смеси должны контролироваться:

- температура смеси в кузове каждого автомобиля-самосвала;
- толщина устраиваемого слоя покрытия;
- ровность и поперечные уклоны;
- ширина покрытия;
- качество устройства продольных и поперечных сопряжений полос;
- соблюдение заданных режимов работы асфальтоукладчиков и катков;
- качество ЩМА в покрытии.

Толщина слоя измеряется по отобранным из покрытия образцам-кернам. Результаты замеров не должны отклоняться от проектных значений более чем на 20%.

Ровность и поперечный уклоны контролируются с помощью 3-метровой рейки. Шероховатость слоя износа из ЩМА следует измерять методом «песчаного пятна» в соответствии со СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги». Коэффициент сцепления колеса автомобиля с увлажненной поверхностью покрытия оценивается по ГОСТ 30413-96. Все результаты замеров заносятся в специальные карты контроля, которые входят в перечень приемо-сдаточной документации.

5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ИЗ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОЙ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

То, что щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси становятся все более популярными в технически развитых странах, является следствием комплекса высоких эксплуатационных качеств и долговечности устраиваемых из них дорожных покрытий. В технической литературе наиболее часто отмечаются следующие положительные свойства щебеночно-мастичного асфальтобетона:

- сдвигоустойчивость при высоких температурах эксплуатации;
- шероховатая текстура поверхности и хорошее сцепление с колесом автомобиля;
- высокая износостойкость, в том числе к действию шипованных шин;
- водонепроницаемость;
- трещиностойкость при деформациях покрытия и при механических воздействиях транспортных средств;
- устойчивость к старению.

Указанные свойства наиболее важны для верхних замыкающих слоев дорожных покрытий, что предопределяет применение ЩМАС на автомагистралях, аэродромах и городских улицах с высокой интенсивностью движения.

6. ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВНЕДРЕНИЯ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В РОССИИ

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси начали применять на дорогах России в 2000 г. В этом же году покрытия из ЩМАС были построены на автомобильных дорогах М-4 «Дон» (км 117+600 – км 119), М1 «Беларусь» (228 км), Носовихинском шоссе (16 км), ул. Чехова в г. Альметьевске. В 2001 г. экспериментальное строительство верхних слоев покрытий из ЩМАС было продолжено на участках дорог МКАД – Каширa (км 96 – км 105), МКАД – Железнодорожный – Ликино (км 2 – км 7 и км 18 – км 20), в г. Ханты-Мансийске, на мосту через р. Обь в г. Новосибирске и на стоянке воздушных судов в аэропорту Домодедово.

Основные объемы строительства дорожных покрытий из ЩМАС, которые были освоены дорожно-строительными организации в 2002 г., приведены в табл. 11. В это же время были построены опытные участки покрытий в Белоруссии, Украине и в других странах СНГ.

Таблица 11

Объемы строительства дорожных покрытий из ЩМАС в 2002 г.

Наименование объекта	Километр	Площадь покрытия, $м^2$	Строительная организация
МКАД – Каширa (М4)	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 (М1)	187-198	68000	ЗАО «Труд»
Москва – Минск (М1)	320-327	114000	ОАО «Смоленскдорстрой»
Щелковское шоссе	27-32	35000	УГП ДРСУ № 9
г. Хабаровск, ул. Комсомольская	-	650	Управление дорог и благоустройства г. Хабаровска
г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина	-	600	МУП СДРСУ

Столь резкому увеличению объемов применения ЩМАС на дорогах России способствовали технологические и эксплуатационные преимущества, которые были выявлены в результате опытного строительства. Так, производственные комиссии в составе представителей ДСД «Центр», Центрдорконтроля, «Союздорпроекта», Союздорнии и АО «Центрдорстрой» отмечали хорошее состояние опытных участков покрытий из ЩМАС, регулярно проводя их обследования на автомагистрали «Дон». С учетом результатов этих обследований Росавтодор ежегодно выдавал разрешение на расширенное применение щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей на федеральных дорогах России при условии обязательного научно-технического сопровождения строительства.

За рассматриваемый период в производственных условиях были апробированы щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси с максимальным размером минеральных зерен 10, 15 и 20 мм. Наибольший объем работ был выполнен из смеси ЩМА-15.

В составах смесей использовался щебень из горных пород различных месторождений, включая габбро-диабаз, гранит и прочный известняк. Больше всего было выпущено асфальтобетонных смесей на гранитном щебне.

В качестве вяжущих применялись нефтяные дорожные битумы марок БНД 60/90, БНД 90/130, БН 90/130, БДУ 70/100 и полимерно-битумное вяжущее ПБВ 60. Были построены участки дорожных покрытий из ЩМАС как с применением адгезионных добавок катионного типа, так и без них.

При выпуске щебеночно-мастичных смесей были апробированы практически все стабилизирующие добавки, присутствующие на рынке России, в том числе опытный образец отечественной целлюлозной гранулированной добавки ДЦ-Г-2. Наибольший объем смесей был выпущен с применением гранулированной добавки VIATOP-66.

Ежегодные наблюдения за состоянием покрытий из ЩМАС и обобщение данных об их работоспособности и долговечности в различных регионах России являются весьма полезными. На данный момент, по общепризнанному мнению членов комиссий, установлено, что экспериментальные участки покрытий из ЩМАС находятся в хорошем состоянии. Выбоины и шелушение на всем протяжении экспериментальных участков отсутствуют, что нельзя сказать о базовых участках асфальтобетонных покрытий, эксплуатировавшихся в аналогичных условиях.

Единственным дефектом покрытий из ЩМАС являются поперечные трещины. При инструментальном обследовании покрытия на автомобильной дороге «Дон» было установлено, что все трещины являются отраженными от трещин блочного основания. Расстояние между

отраженными трещинами не зависит от качества асфальтобетона в верхнем слое, а связано с характером деформирования нижележащих конструктивных слоев дорожной одежды и земляного полотна. В весенний период зафиксировано, что ширина раскрытия трещин изменяется по толщине конструктивного слоя асфальтобетона, увеличиваясь к основанию, например, с 1-6 мм на поверхности до 10-15 мм на границе с основанием из щебеночно-песчано-цементной смеси.

Средняя ширина раскрытия трещин на участках ЩМА оказалась примерно в 1,5-2 раза меньше, чем в покрытии из асфальтобетона типа А. В летний период большинство поперечных трещин в покрытии ЩМА становились визуально незаметными, однако осенью они снова раскрывались.

Несмотря на низкие значения прочности при сжатии при 50°С, сдвигоустойчивость ЩМА обеспечивается за счет высокого показателя внутреннего трения. Даже в экстремально жаркие периоды 2001-2002 гг. колея в покрытии не образовалась, что подтвердили данные измерений ровности в поперечном направлении.

Результаты испытаний смесей во время строительства и образцов ЩМА из устроенных покрытий подтвердили их соответствие требованиям ТУ-5718.030.01393697-99.

Коэффициент сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием определяли в соответствии с ГОСТ 30413-96 автомобильной установкой типа ПКРС-2У.

Из представленных данных следует, что ЩМА не только обеспечил более высокое сцепление покрытия с колесом автомобиля по сравнению со смежным участком из асфальтобетона типа А, но и более стабильные значения коэффициента сцепления во времени, которые мало изменились за 17 месяцев движения автомобилей по полосе наката. На участке км 95 – км 103 (ЩМА-15) коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием оказался равным в среднем 0,46 при коэффициенте вариации 2%. На участке км 103 – км 105 (ЩМА-20) средний коэффициент сцепления составил 0,44 при коэффициенте вариации 2,9%.

Большое влияние на безопасность, скорость и комфортабельность движения по дороге, а в конечном итоге на технико-экономические показатели автомобилей и самого покрытия оказывает ровность поверхности проезжей части. Ровность экспериментальных покрытий ЩМА замеряли двумя методами: с помощью трехметровой рейки и лазерно-гироскопической установкой Союздорнии.

Первый метод контроля ровности применяли в процессе устройства покрытия в соответствии со СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги» и

утвержденным регламентом на строительство экспериментальных участков из ЩМАС.

Второй метод является наиболее эффективным для определения неровностей с различной длиной волны при приемосдаточных испытаниях протяженных участков дорог, а также для контроля изменения ровности в процессе эксплуатации дорожного покрытия.

По данным Лаборатории механизации и технологии дорожных работ Союздорнии, показатели ровности по измерениям просветов под 3-метровой рейкой на экспериментальном участке покрытия из ЩМАС располагаются выше предельного 95%-ного значения. Ровность устроенного покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона зависела в основном от качества выполнения поперечных швов примыкания укладываемых полос. Были отмечены протяженные участки покрытия со 100%-ной ровностью, что обычно трудно получить при укладке стандартных уплотняемых асфальтобетонных смесей даже в случае применения автоматической системы обеспечения ровности асфальтоукладчика.

В целом результаты проведенных обследований участков покрытий на автомобильной дороге М4 «Дон» показали большие потенциальные возможности щебеночно-мастичного асфальтобетона в обеспечении ровности дорожных покрытий, что объясняется малыми величинами припуска на уплотнение горячей смеси, а также практическим отсутствием волн перед вальцами катков при уплотнении слоя.

Представляет интерес сравнение ровности смежных участков покрытий из ЩМА и асфальтобетона типа А (км 117+600 – км 119), которые находились в эксплуатации более 1 года. Замеры лазерной установкой на 2-й полосе движения показали, что по всем показателям ровность покрытия из ЩМА выше, чем асфальтобетона типа А.

По результатам комплексного обследования эксплуатационных характеристик покрытия на опытных участках из щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей по ТУ-5718.030.01393697-99 и на смежных участках из асфальтобетонной смеси типа А, введенных в эксплуатацию в 2000 и 2001 гг. на автомобильной дороге М4 «Дон», были отмечено следующее.

1. Щебеночно-мастичные асфальтобетонные покрытия экспериментальных участков характеризуются средними значениями коэффициента внутреннего трения от 0,94 до 0,95 при коэффициенте вариации от 1,0 до 1,6%. Средний коэффициент внутреннего трения асфальтобетонной смеси типа А был равен 0,90 при коэффициенте вариации 2,5%. Поэтому в условиях длительного действия транспортных нагрузок и при увеличении

нагрузок на оси автомобилей сдвигоустойчивость покрытий из ЩМА прогнозируется более высокой. На участках покрытий из ЩМА колей не обнаружено.

2. Установлено лучшее состояние поверхности ЩМА по следующим признакам:

- отсутствуют выбоины, выкрашивание и шелушение поверхности на всем протяжении экспериментальных участков покрытий, что выгодно отличает их от покрытий из других типов смесей;

- ширина раскрытия отраженных трещин на поверхности ЩМА в 1,5-2 раза меньше, чем в асфальтобетоне типа А;

- отсутствуют разрушения асфальтобетона в зоне трещин, хотя за весь период эксплуатации они не санировались;

- повышенная устойчивость ЩМА к эрозионным разрушениям подтверждается высокими показателями водостойкости при длительном водонасыщении;

- на момент обследования показатель водонасыщения ЩМА в покрытии не превышал 1,5%, что позволяет характеризовать верхний слой на экспериментальных участках как водонепроницаемый;

- покрытие из ЩМА характеризуется примерно в 1,8 раз более высокой шероховатостью по сравнению с покрытием из асфальтобетонной смеси типа А той же крупности. Коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием из ЩМА находился в пределах 0,43-0,48 и оказался выше, чем на базовом участке из асфальтобетонной смеси типа А. После 17 месяцев эксплуатации участка покрытия из ЩМА-15 среднее значение коэффициента сцепления колеса автомобиля на полосе наката изменилось незначительно: с 0,446 до 0,442;

- обследованные участки покрытий из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси протяженностью более 50 км характеризовались высокими и стабильными во времени эксплуатации показателями ровности.

3. Выявленные преимущества экспериментальных покрытий из ЩМА по основным эксплуатационным показателям качества дают возможность прогнозировать их более высокую долговечность.

В результате опытно-экспериментальных работ также было установлено, что ЩМАС позволяют устраивать верхние слои покрытий на 1 см тоньше чем проектные, при этом работоспособность ЩМА по крайней мере не хуже, чем у асфальтобетона типа А. Поэтому даже без учета увеличения срока службы покрытия и снижения транспортно-эксплуатационных затрат экономический эффект от внедрения ЩМАС составляет 5-10 р./м^2.

В России решение о строительстве первого опытного участка ЩМА в международном аэропорту Шереметьево было принято в начале 2001 г. в ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект». Необходимость устройства покрытия из ЩМАС была обусловлена возникшей в 2000 г. во многих аэропортах проблемой, связанной с образованием остаточных пластических деформаций в виде линз в местах стоянок воздушных судов. Глубина вдавливания пневматика под колесами шасси в асфальтобетонном покрытии типа Б достигала 50 мм. Данный дефект возникал в летний период года, когда температура окружающего воздуха в отдельных случаях достигала 30°С и более, а температура покрытия часто превышала 60°С.

В начале августа 2000 г. силами ООО «Вулкан» было удалено старое покрытие со стоянки № 26 на глубину 80-120 мм (до бетонного основания) и уложена двумя слоями ЩМА-15 общей толщиной 80-120 мм. Научное сопровождение осуществлялось ГПИ и НИИ ГА «Аэропроект» при участии специалистов Союздорнии и ООО «ПТФ РАСТОМ». Визуальное обследование и испытание опытного участка из ЩМА в 2002 г. дали положительные результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси находят все более широкое применение в большинстве стран при устройстве верхних слоев дорожных и аэродромных покрытий, обеспечивая устойчивые показатели ровности, шероховатости и сцепления в процессе эксплуатации, в том числе в условиях интенсивного и большегрузного движения транспортных средств. Покрытия из ЩМА характеризуются сдвигоустойчивостью при высоких температурах, деформативностью и трещиностойкостью при низких температурах, водо-, морозостойкостью и устойчивостью к эрозии в условиях повышенной влажности и знакопеременных температур.

Исходя из стоимости материалов производство щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси обходится на 30-40% дороже производства обычных асфальтобетонных смесей, вследствие использования большего количества битума, щебня высокого качества и применения стабилизирующей добавки из натуральных целлюлозных волокон. Тем не менее, если рассматривать не только процесс приготовления смеси, но и возможность ее укладки более тонким слоем, эксплуатационные и прочие затраты, а также повышение долговечности уложенного слоя, то применение ЩМАС становится экономически оправданным. Большая долговечность и меньшая подверженность различным разрушениям по сравнению с альтернативными материалами приводят в долгосрочном

рассмотрении к уменьшению вложенных инвестиций даже при большей изначальной стоимости ЩМАС.

Чтобы получить максимальную отдачу от применения ЩМАС, очень важно правильно подобрать ее состав и в соответствии с технологическими регламентами изготовить и уложить в покрытие. Соблюдение этих правил является основной гарантией долговечности и качества асфальтобетонных покрытий, устраиваемых на достаточно прочных дорожных основаниях.

В нашей стране щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси начали применять для устройства верхних слоев дорожных покрытий, начиная с 2000 г. Преимущества эксплуатационного состояния опытных участков покрытий способствовали ускоренному внедрению ЩМАС на дорогах России. Можно надеяться, что рассматриваемый материал найдет достойное место в номенклатуре дорожных смесей и поможет дорожникам России решать государственные задачи, связанные с повышением сроков службы и эксплуатационного состояния дорожных покрытий и безопасности дорожного движения.

Райнхольд Дитер. Щебеночно-мастичный асфальт // Автомоб. дороги. – 2002. – № 3. – С. 80.

Извлечение

Щебеночно-мастичный асфальт положительно зарекомендовал себя во всем мире во всех климатических зонах в течение более 25 лет как долговечный износостойкий вариант асфальтового покровного слоя на дорогах с интенсивным движением. Щебеночно-мастичный асфальт для дорожных покрытий представляет собой смесь из щебня, дробленого песка, наполнителя, битума и добавок (аддитивов). В ней особенно большое содержание щебня так называемого «прерывистого гранулометрического состава» и содержится стабилизированный асфальтовый раствор с большим содержанием битума.

Механизм действия щебеночно-мастичного асфальта основан на самоподдерживающемся щебеночном каркасе и термовязком элементе, асфальтовом растворе.

Щебеночный каркас представляет собой минеральную смесь с очень высоким содержанием щебня и, соответственно, самого крупного зерна. Щебень должен быть кубовидной формы большой прочности и сопротивляемости полировке. Состав его должен подбираться таким образом, чтобы образовался самоподдерживающийся каркас. В ЩМА 0/10 мм (0/11 мм) содержание пустот в щебне составляет приблизительно 18 объем. %. Эти пустоты заполняются мастикообразным асфальтовым раствором. Асфальтовый раствор состоит из дробленого песка, наполнителя

(не собственного), битума относительно высокого содержания (>6.8 вес. %), а также носителя вяжущего для предотвращения стекания битума. Асфальтовый раствор должен обладать высокой упругостью и клейкостью в целях предотвращения горизонтальных смещений внутри щебеночного каркаса в результате касательного усилия.

Недостаточная клейкость некоторых российских битумов может быть улучшена с помощью соответствующих добавок. Остаточное содержание пустот в щебеночно-мастичном асфальте должно составлять приблизительно 3,0 объем. % (ЩМА 0/10 мм). В качестве носителей вяжущего в течение многих лет наилучшим образом зарекомендовало себя целлюлозное волокно.

Материал из чистых волокон представляет собой «Topcel» в виде целлюлозных гранул «Technocel». Интересным материалом являются гранулы «Genicell», представляющие собой спрессованные целлюлозные волокна, в которые введена подобранная доля специальной смеси синтетических, алифатических углеводородов.

Эта добавка снижает пенетрацию битума и повышает точку размягчения «кольцо и шар». Адгезия исходного битума улучшается. Достигается значительное снижение образования колеи.

Вышеназванные целлюлозные материалы хранятся без проблем, так как их упаковка воздухо- и водонепроницаема.

На российском рынке предлагается и еще один продукт под названием «Viatop 66». Он состоит из пропитанной битумом целлюлозы в виде гранул с битумной оболочкой, предотвращающей комкование материала из-за влажности, но опасность комкования под воздействием тепла (солнца) имеет место. Однако его главным недостатком является неэкономичность. При цене около 40000 рублей за тонну «Viatop 66» покупатель оплачивает 66% целлюлозы и 34% битума Б25, то есть 0,340 тонны оплачиваются исходя из 40000 рублей за тонну, хотя в России в настоящее время стоимость битума составляет лишь 4500 рублей за тонну. Кроме того, во избежание стекания вяжущего вводится примерно на половину больше материала по сравнению с чистым целлюлозно-волокнистым гранулятом, как, например, «Topcel». В то время, как смесь ЩМА с использованием «Topcel» примерно на 15-20% дороже обычного асфальтобетона 0/11 мм, смесь ЩМА с «Viatop 66» становится дороже примерно на 30%.

Независимо от ценовых показателей очевиден тот факт, что экономическая эффективность дорожных покрытий из ЩМА в народном хозяйстве значительно выше, чем из обычного асфальтобетона. Срок службы покрытий из ЩМА, если они правильно устроены, как минимум в

3 раза дольше обычных покрытий. Толщина слоя из ЩМА должна отвечать минимальному требованию «трехкратности самой крупной фракции». Международный опыт показывает, что толщина покрытия 4-5 см (100-125 кг/м^2) представляется оптимальной.

Смирнов Е. VIATOP - стабилизирующая добавка для получения качественного ЩМА // Автомоб. дороги. – 2002. – № 3. – С. 81.

Извлечение

Щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) с использованием добавок серии VIATOP отвечает высоким требованиям, предъявляемым строительными нормативами к современным дорогам.

За последние два года на основных магистралях России, в том числе участок магистрали «Дон» – АО «Центродорстрой», Носовихинского шоссе – Ногинский автодор и высококлассных магистралях стран СНГ уложено более 300 тыс. м^2 дорожного полотна с использованием ЩМА, и во всех случаях в качестве стабилизирующей добавки применяется VIATOP-66.

Почему же в качестве стабилизатора подрядчики выбирают именно VIATOP?

Во-первых, во всем мире примерно 90% смесей ЩМА производится с применением стабилизирующих добавок серии VIATOP.

Во-вторых, полное отсутствие проблем в распределении волокон в процессе изготовления смеси ЩМА, отсюда и стабильно высокое качество смеси ЩМА с VIATOP, что не обеспечивается при применении других стабилизаторов.

Смирнов Е. Щебеночно-мастичный асфальтобетон. Три года в России. Итоги // Автомоб. дороги. – 2003. – № 1. – С. 13.

Извлечение

Для получения дорожного покрытия по технологии ЩМА должны применяться высококачественные материалы. Если щебень – то только кубовидной формы, количество частиц пластинчатой и чешуйчатой формы не более 10%, песок – только из отсевов дробления. Кроме этого, в обязательном порядке применяется пофракционный состав инертного материала, соответствующий подобранной в лаборатории спецификации смеси.

Для изготовления качественного дорожного покрытия из ЩМА важным условием является правильный выбор стабилизирующей добавки. Смеси ЩМА требуют повышенного количества вяжущего в пределах 6,0-7,8% для заполнения межкаменного пространства и улучшения

деформационных характеристик В связи с неизбежным стеканием излишков вяжущего в процессе транспортировки смеси и при укладке применяются стабилизирующие добавки – специально подготовленные натуральные целлюлозные волокна.

Первоначально в качестве стабилизатора использовались так называемые свободные целлюлозные волокна, нарезанные и «распушенные» специальным образом После перехода от единичного производства ЩМА к массовому, на свежеуложенном дорожном покрытии непосредственно в процессе уплотнения все чаще проявлялись дефекты, такие, как сегрегация смеси и образование на уплотненной поверхности битумных пятен различной площади Дополнительные исследования показали, что, несмотря на прекрасный стабилизирующий эффект, свободные волокна обладают серьезными недостатками повышенной гигроскопичностью, затрудненным распределением в смесителе, склонностью к комкованию и высокой вероятностью обгорания

Применение гранулированных добавок позволяет избавиться от этих недостатков. Существует три вида гранулированных добавок. гранулы, состоящие из чистой целлюлозы, гранулы с добавлением для меньшей гигроскопичности парафинов (воск, стеарин) и гранулы. в которых каждое целлюлозное волокно имеет битумное покрытие Последнее обеспечивает полную водонепроницаемость, простую и надежную систему дозирования, прекрасное распределение в смесителе без увеличения времени сухого смешивания и как результат – стабильную смесь. Кроме этого. наличие битумного покрытия предотвращает их обгорание при попадании на горячий инертный материал.

Из представленных на рынке гранулированных стабилизационных добавок в настоящее время лучшие характеристики у добавки семейства VIATOP производства германской фирмы JRS GmbH + Co.KG VIATOP – единственная добавка. имеющая битумное покрытие каждого волокна, свободна от перечисленных недостатков.

Добавки семейства VIATOP различаются по процентному соотношению битум/целлюлоза. В зависимости от объема и условий приготовления вы можете выбрать тот стабилизатор, который обеспечит наиболее стабильную и качественную смесь. Гранулы с наибольшим количеством битума предназначены для подрядчиков. не имеющих опыта применения данной технологии, так как они позволяют научиться работать со смесью ЩМА и некритичны к возможным ошибкам в дозировании. Если у вас уже есть достаточный опыт работы. надежные дозирующие системы и большие объемы работ. переходите на гранулы VIATOP с минимальным содержанием битума как на наиболее экономичный вариант. Гранулы.

обработанные модифицированным битумом, применяются в регионах с жарким климатом.

Ваша дозирующая система должна полностью обеспечивать стабильную подачу в смеситель необходимого количества стабилизатора. Все современные смесители уже оснащены надежными дозирующими системами подачи гранулированных добавок. А старые смесительные установки несложно самостоятельно оборудовать достаточно надежными дозаторами или приобрести уже готовые.

Смирнов Е. Щебеночно-мастичный асфальтобетон // Автомоб. дороги. – 2001. – № 11. – С. 56-57.

Извлечение

В 1999 году компания «ПТФ РАСТОМ» совместно с СоюздорНИИ предложила дорожникам новый, перспективный вид дорожного покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона. А в 2000-2001 годах в России были уложены первые участки с покрытием из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Что же какое ЩМА? Это щебеночно-мастичная смесь, состоящая из щебеночного каркаса, в котором все пустоты между щебнем заполнены смесью битума с дробленым песком. Принципиальная разница между ЩМА и обычным асфальтобетоном заключается в том, что допуск на размер щебня в асфальтобетонной смеси намного шире, чем в ЩМА.

Обусловлено это наличием большего объема пустот в асфальтобетонной смеси, которые необходимо заполнить более мелкими фракциями. В ЩМА основную структуру составляет крупный щебень, а мелкий служит совместно с вяжущим только для создания своего рода мастики, плотно заполняющей пустое пространство в щебеночном каркасе.

Это, в свою очередь, обусловливает необходимость применения в смеси ЩМА большого количества вяжущего (до 7,5%).

С объемной точки зрения структура ЩМА очень похожа на структуру пористого асфальта, которая также образовывается крупным каменным материалом, но в пористом асфальте пространство между каменным материалом заполняется только на 80% от объема, в то время как в ЩМА объем незаполненного пространства составляет не более 3-4%.

Благодаря своей жесткой каркасной конструкции, когда нагрузка с поверхности передается в нижележащие слои через непосредственно контактирующие друг с другом отдельные крупные частицы каменного материала, слой ЩМА подвергается меньшим деформациям как в поперечном, так и в продольном направлениях. Отсюда и высокая стойкость

ЩМА к колееобразованию. Проведенные исследования продемонстрировали, что показатель прочности на сжатие для ЩМА в 1,5-4 раза выше, чем для обычного асфальтобетона.

ЩМА появился вследствие необходимости исправления поверхностных деформаций и усиленного износа. Эксплуатация дорог с покрытием из ЩМА показала, что данный вид покрытия полностью решил возникшую проблему. Кроме этого было обнаружено, что такие дефекты, как отслаивание, образование трещин и колееобразование в случае применения ЩМА практически не проявляются.

Долговечность данного покрытия объясняется наличием довольно большого процента связующей мастики, которая препятствует проникновению влаги внутрь слоя.

Как уже было сказано, ЩМА имеет высокий процент содержания вяжущего (до 7,5%).

При этом должна была бы существовать большая вероятность его «вытекания» из смеси после производства как в процессе транспортировки, так и во время укладки. Но для того, чтобы стабизировать битум, в смеси в процессе производства применяют специальную стабилизационную добавку VIATOP 66.

Данная добавка представляет собой спресованные и пропитанные битумом натуральные волокна целлюлозы. Количество добавляемого в смесь стабилизатора VIATOP 66 составляет до 0,45% от объема смеси, т.е. на изготовление 1 тонны смеси ЩМА требуется до 4,5 кг стабилизатора VIATOP 66.

Добавление стабилизатора в смесь может производиться вручную или с помощью специального дозирующего устройства. Добавляться он может в любой стадии производства смеси и не влияет на время ее получения. Кроме этого, данный стабилизатор не боится сырости.

Для производства и укладки ЩМА не требуется какого-либо специального оборудования. Производится он на обычных установках для получения горячей асфальтобетонной смеси, а укладывается на дорожную поверхность стандартным укладчиком с дальнейшим уплотнением обычными статическими 10-тонными катками.

Большая долговечность покрытия и его меньшая подверженность различным разрушениям по сравнению с альтернативными материалами приводит в долгосрочном порядке к уменьшению вложенных инвестиций даже при большей изначальной стоимости.

Если исходить из прямой стоимости материалов, то производство тонны ЩМА обходится дороже производства тонны обычного асфальтобетона на 30-35%. Связано это с тем, что для изготовления ЩМА

используется большее количество битума, каменный материал лучшего качества и специального отбора, а также стабилизатор VIATOP из натурального волокна (целлюлоза). Тем не менее, если рассматривать не только процесс производства, но еще укладку и долговечность уложенного слоя, то в целом получится, что применение ЩМА является экономически оправданным по следующим факторам:

• ЩМА обычно укладывается более тонким слоем, чем обычный асфальтобетон. Там, где требуется укладка слоя асфальтобетона толщиной 35-50 мм, ЩМА можно уложить толщиной 25-35 мм, что позволяет уменьшить расход материала на 1 кв. м. до 40%. Таким образом, стоимость 1 кв. м уложенного слоя обычного асфальтобетона марки А становится равной стоимости уложенного слоя ЩМА.

• Долговечность дорожного покрытия из ЩМА превосходит срок службы покрытия из асфальтобетона в 2-3 раза.

• Стоимость обслуживания верхнего слоя дорожного покрытия, изготовленного из ЩМА, в 2 раза ниже стоимости обслуживания слоя, изготовленного из асфальтобетона, из-за большей стойкости против колееобразования, меньшей склонности к образованию трещин и большей деформативности.

В настоящее время Государственным дорожным научно-исследовательским и проектным институтом «СоюздорНИИ» и ООО «ПТФ РАСТОМ» на основе ТУ-5718.030.01393697-99 разработаны технология производства, укладки и состав ЩМА.

Уложенные слои по этой технологии в России показали следующие преимущества данного покрытия по сравнению с рядом расположенными участками из обычного асфальтобетона марки А и Б:

• Отсутствие водяной пленки и луж на поверхности в сырую погоду.
• Более легкое освобождение от снежных заносов.
• Отсутствие видимых зон разрушения и шелушения.
• Отсутствие видимого колееобразования.

Стебаков А., Кирюхин Г., Гопин О. Щебеночно-мастичный асфальтобетон – будущее российских дорог // Строит. техника и технологии. – 2002. – № 3. – С. 68-70.

Извлечение

Зерновой состав ЩМА включает высокое содержание фракционированного щебня (70-80% по массе) с улучшенной (кубовидной) формой зерен с целью создания максимально устойчивого минерального остова в уплотненном слое покрытия. Сдвигоустойчивость покрытия из ЩМА,

характеризующая сопротивление колееобразованию, обеспечивается, главным образом, требуемым значением коэффициента внутреннего трения. Поэтому в песчаной части смеси применяется исключительно песок из отсевов дробления горных пород, так как природный песок снижает коэффициент внутреннего трения. Кроме того, высокое содержание крупной фракции каменного материала в ЩМА позволяет получить шероховатую поверхность покрытия и обеспечить требуемые значения коэффициента сцепления колеса с покрытием.

Следующей особенностью ЩМА является повышенное, по сравнению с традиционными горячими смесями, содержание битума (5.5-7,5%). Большое количество вяжущего препятствует проникновению влаги внутрь слоя, повышает устойчивость к старению, водо-, морозостойкость, трещиностойкость и, в конечном счете, значительно увеличивает долговечность покрытия. В некоторых зарубежных странах срок службы покрытий из ЩМА составляет более 20 лет. Однако повышенное содержание битумного вяжущего в смеси нужно стабилизировать, то есть предотвратить его отслоение и стекание с поверхности зерен щебня при высоких технологических температурах приготовления, хранения, транспортирования и укладки. Данная проблема легко решается введением в смесь стабилизирующей добавки, например целлюлозного волокна.

В 2000-2001 годах в России в порядке производственно-опытного внедрения было уложено около 200 тыс. м^2 покрытий из ЩМЛ. Основной объем внедрения был осуществлен при строительстве автомобильной дороги «Дон» на участке МКАД – Кашира, где сначала на 118-119 км, а затем с 95 по 105 км был уложен верхний слой покрытия из ЩМА-15 и ЩМА-20. В результате устройства покрытия, которое осуществлялось ЗАО ССУ «Асфальт», ОАО «Центродорстрой», были отработаны технологии приготовления, укладки и уплотнения смесей из ЩМА.

Щебеночно-мастичный асфальтобетон приготовляли в смесительных установках периодического действия фирм «AMMANN» и «TELTOMAT» (Германия) производительностью 300 и 240 т/час соответственно путем смешивания в нагретом состоянии щебня, песка из отсевов дробления, минерального порошка и битума, а также стабилизирующей добавки в виде пропитанных битумом и спрессованных гранул из волокон целлюлозы. Стабилизирующие добавки вводили в смеситель АБЗ на разогретый каменный материал до или вместе с минеральным порошком, производя «сухое» перемешивание в течение 15-20 с. При последующем перемешивании смеси с битумом стабилизирующая добавка равномерно распределяется в объеме асфальтового вяжущего вещества.

Вводимый в смеситель стабилизатор дозировали вручную. Однако для уменьшения вероятности ошибки и снижения трудоемкости потребное количество стабилизирующей добавки от 0,2 до 0,45% или 2,0-4,5 кг на 1 т смеси необходимо дозировать с допускаемой погрешностью +5%, используя специальные дозирующие системы объемного или весового типа. Дозирование стабилизирующей добавки может осуществляться автоматически из силосной башни или контейнера.

Приготовленную асфальтобетонную смесь из смесителя перегружали в накопительные бункеры и далее – в кузова автомобилей-самосвалов для транспортирования ее к месту укладки. Использование накопительных бункеров в качестве временного склада для хранения смесей ЩМА позволяло обеспечивать ритмичность их выпуска независимо от наличия транспортных средств, изменения режимов укладки, а также сократить время загрузки автомобилей и повысить производительность АБЗ. Однако опыт проведения работ показал, что время хранения смеси ЩМА в бункере не должно превышать 0,5 часа.

Проблемой традиционных горячих асфальтобетонных смесей является склонность к сегрегации на всех технологических переделах. В связи с этим следует отметить, что у смесей ЩМА отсутствовали признаки сегрегации в процессе приготовления, хранения, транспортирования и укладки. Транспортирование смесей ЩМА к месту укладки осуществлялось большегрузными автосамосвалами, оборудованными тентами для предотвращения остывания смесей. Термоизоляции смеси придавалось важное значение, так как ее температура в момент выгрузки в бункер асфальтоукладчика должна быть не ниже 150°С.

Подготовительные работы перед укладкой верхнего слоя покрытия состояли из обычного набора операций: выравнивания, очистки и подгрунтовки поверхности нижележащего слоя. Особое внимание уделялось обеспечению сцепления между слоями. В связи с повышенным содержанием битума в ЩМА перерасход битума в связующем слое недопустим. Битумная эмульсия наносилась на подготовленную поверхность нижнего слоя покрытия автогудронатором с нормой расхода 0,2-0,3 л/м^2. При нанесении эмульсии на отфрезерованную поверхность ее норма увеличивалась в 1,5 раза.

Технология укладки и уплотнения смесей из щебеночно-мастичного асфальтобетона выполняется стандартным оборудованием – асфальтоукладчиками и катками, но вместе с тем имеет свои специфические особенности. Укладка верхнего слоя покрытия из ЩМА на автодороге МКАД – Каширa осуществлялась сразу на всю ширину (13,6 м) тремя

гусеничными асфальтоукладчиками моделей Super-1800 и Super-2500 фирмы «Vogele» (Германия).

Два укладчика были оснащены рабочими органами типа SB 475 TV с трамбующим брусом и виброплитой, а один – рабочим органом высокого уплотнения AB 475 TP2 с трамбующим брусом и двумя прессующими планками. Предварительное уплотнение осуществлялось лишь трамбующим брусом с частотой 800-1000 ударов/мин и ходом бруса 4 мм. Рабочий орган асфальтоукладчика устанавливали выше проектной отметки поверхности покрытия с учетом припуска на уплотнение, составляющего 5-10 % от толщины слоя. В процессе укладки за асфальтоукладчиком, оснащенным более тяжелым и длинным рабочим органом высокого уплотнения, наблюдались случаи выдавливания избыточного вяжущего на поверхность покрытия. Эта особенность должна быть учтена при выборе уплотняющего рабочего органа и режимов его работы при укладке ЩМА.

Базой для работы автоматических систем асфальтоукладчиков служили копирные струны, 6-метровые лыжи и короткие лыжи (башмачки). Асфальтоукладчики располагались уступом, один за другим, с расстоянием между ними 10-30 м. Скорость укладки зависела от ритмичности доставки смеси к асфальтоукладчикам и находилась в пределах 2,0-3,0 м/мин. Однако следует отметить, что при возможности стабильной доставки больших объемов смеси на линию скорость укладчиков может быть увеличена до 4,0-5,0 м/мин.

После прохода асфальтоукладчика поверхность покрытия имела требуемую фактуру с равномерно распределенным каменным материалом без раковин, трещин, разрывов сплошности и других дефектов.

Специфика щебеночно-мастичного асфальтобетона – отсутствие сухого контакта между отдельными частицами каменного материала, что предопределяет технологию уплотнения, при несоблюдении которой возможно разрушение общей структуры слоя покрытия. В связи с этим уплотнение ЩМА на опытном участке автодороги МКАД – Каширa осуществлялось гладковальцовыми катками массой 9-11 т в статическом режиме.

Во избежание раздавливания крупных зерен каменного материала использование вибрации на катках недопустимо. Также из-за высокого содержания вяжущего для уплотнения покрытия из ЩМА нельзя использовать катки на пневмошинах. Уплотнение верхнего слоя ЩМА толщиной 5 см производилось отрядом из 6 катков – по два за каждым асфальтоукладчиком. Каждый из катков совершал по шесть проходов по одному следу на скорости 5-6 км/час. Учитывая ускоренное остывание слоя ЩМА, уплотнение осуществлялось при наибольшей температуре смеси.

при максимально возможном в процессе укатки приближении катков к асфальтоукладчикам короткими захватками по 50-60 м. В связи с тем, что смеси ЩМА более липкие, чем обычные смеси из плотного асфальтобетона по ГОСТ 9128-97, необходимо было обеспечить хорошее орошение вальцов катков водой. В отдельных случаях, когда поверхность вальца смачивалась неполностью, отмечено налипание на него смеси. При этом на поверхности укладываемого покрытия появились дефекты в виде вырывов щебня. Эти дефекты были легко ликвидированы путем добавления и разравнивания горячей смеси перед проходом катка.

Теория и практика применения щебеночно-мастичного асфальтобетона в Западно-Сибирском регионе / А. Эфа, А. Жураускас, В. Подопригора, Д. Баранов // Автомоб. дороги. – 2003. – № 2. – С. 90.

Извлечение

Серьезной альтернативой асфальтобетону в сфере дорожного и аэродромного строительства становится щебеночно-мастичный асфальтобетон (далее ЩМА). В настоящее время в Западной Европе ЩМА является доминирующим материалом для устройства покрытий автомобильных дорог с тяжелым и интенсивным движением и аэропортов.

Жесткий каркас из высокопрочного щебня и заполнение пустотной части мастичноподобной массой определяют комплекс физико-механических свойств ЩМА, выгодно отличающихся от асфальтобетона, особенно для условий эксплуатации в Западно-Сибирском регионе, с высокими летними и экстремально низкими зимними температурами. Развитые битумные слои на зернах минерального материала и высокое содержанием свободного битума в ЩМА смеси предохраняют ее от ускоренного старения как при приготовлении, так и в период эксплуатации. Высокая плотность, сдвиго-трещиноустойчивость, износоустойчивость ЩМА позволяют устраивать тонкослойные слои из ЩМА практически на всех типах оснований, в том числе на ортотропных плитах металлических мостов, а большая шероховатость, снижение аквапланирования, водного аэрозоля и уровня шума создают более комфортные условия движения, особенно в период выпадения осадков и образования гололеда.

Первые в ЗС регионе экспериментальные участки из ЩМА были построены в Нижневартовском районе ХМАО в 2002 г. на автомобильных дорогах Сургут – Нижневартовск, Лангепас – Покачи. Строительные работы выполнялись СУ «Мегионнефтегаз» под руководством Нижневартовской региональной дирекции Дорожного департамента ХМАО при техническом сопровождении ГУ НИИ СМ и ООО «Строительная лаборатория». Для

устройства покрытия толщиной 5 см на основании из сборных железобетонных плит была использована смесь типа ЩМА 0/15 с содержанием щебня 68%, битума 6,4%, стабилизирующая добавка (СД) TOPCEL – 0,31% от массы замеса. Смесь готовили на АСУ «AMMAN-160», подача СД осуществлялась через линию подачи минерального порошка из 2 бункера. При устройстве покрытия использовалась укладочная и уплотняющая техника, применяемая при строительстве асфальтобетонных покрытий. Распределение щебня для устройства шероховатого покрытия выполняли пескоразбрасывателем КДМ. Сложностей при приготовлении смеси и ее укладке не возникало. Следует отметить высокую сдвигоустойчивость ЩМА смеси. При распределении щебня на слой, имеющий температуру около 150°С, заезжал грузовой автомобиль общей массой около 15 т, при этом сдвига или обвала кромки не происходило. Было отмечено хорошее сцепление слоев при стыке полос даже без обмазки битумом.

В 2001 году в г. Новосибирске было уложено покрытие из ЩМА при капитальном ремонте металлического моста через р. Обь (строительная организация ООО «Фэцит»). Использована смесь ЩМА 0/20, стабилизирующая добавка Viatop-66, расход – 0,42%. Смесь готовилась на АСУ ДС117-2К, дозирование СД производилось вручную.

В 2002 году на автомобильной дороге Сургут – Нижневартовск построен участок покрытия из ЩМА протяженностью 7,5 км. Дозирование и подача СД TOPCEL при расходе 0,32% происходило при помощи специального дозатора, установленного в технологическую цепь АБЗ. Россыпь щебня производили навесным оборудованием на МКСМ-800, изготовленным специалистами ЗАО «Автодорстрой».

В этом же сезоне в Томской области Светленским ДРСУ построен участок из ЩМА 0/15 протяженность 1,3 км на автодороге Томск – Колпашево. Смесь готовилась на АСУ Teltomat СД TOPCEL подавалась в мешалку вручную.

Обследование опытных участков, построенных в 2001 г., показало повышенную устойчивость ЩМА к воздействию климатических и транспортных нагрузок, Фактура поверхности позволила повысить коэффициент сцепления покрытия из ЩМА в сравнении с асфальтобетоном тип А с 0,31 до 0,48. На участках отмечено меньшее образование снежного наката. Трещины в ЩМА, возникающие над температурными швами сборных железобетонных оснований, в летнее время склеиваются, препятствуя проникновению влаги в основание. ЩМА обладают лучшим комплексом физико-механических свойств для Западно-Сибирского региона.

Подписано в печать 12.05.2004 г. Формат бумаги 60x84 1/16.
Уч.-изд.л. 4,4. Печ.л. 5,0. Тираж 100. Изд. № 802. Ризография № 377.

Адрес ФГУП "ИНФОРМАВТОДОР":
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел. (095) 747-9100, 747-9105, тел./факс: 747-9113
E-mail: gost.e-ecolog.ru
Сайт: www.informavtodor.ru

gost.e-ecolog.ru