
ОДМ 218.3.054–2015
ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
РОСАВТОДОР

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО УСТРОЙСТВУ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ
И ТОНКИХ СЛОЕВ ИЗНОСА С ПРИМЕНЕНИЕМ
РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ФИБРОВЛОКОН**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

Москва 2018

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН обществом с ограниченной ответственностью «ДорТехИнвест» (ООО «ДорТехИнвест»).

2 ВНЕСЕН Управлением научно-технических исследований и информационного обеспечения Федерального дорожного агентства.

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 29.09.2015 № 1801-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения и сокращения	2
4 Общие положения	4
5 Классификация шероховатости и условия устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон	5
6 Рекомендации по выбору технологии устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон	10
7 Характеристики материалов	12
8 Основные технологии устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон	16
9 Особенности выбора материалов фиброволокон и определение оптимального состава армированного асфальтобетона	30
10 Дозирование и введение фиброволокон	34
11 Контроль качества при устройстве поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон	36
12 Средства контроля качества	38
13 Рекомендуемый перечень и требования к оборудованию, технология устройства шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон	40
14 Гарантийный срок	42
15 Охрана труда и техника безопасности	42
Приложение А (рекомендуемое) Методика определения параметров макрошероховатости поверхностных слоев	43
Приложение Б Журнал частных параметров макрошероховатости поверхности покрытия по данным профилограмм	49
Библиография	51

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

**Методические рекомендации по устройству
поверхностной обработки и тонких слоев износа
с применением различных видов фиброволокон**

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) используется на стадии проектирования автомобильных дорог при назначении параметров шероховатости поверхности дорожного покрытия в зависимости от условий движения, при выборе соответствующих типов покрытий и способов распределения материалов, видов и качества используемых материалов, технологий и организации работ по устройству шероховатых поверхностных слоев с применением различных видов фиброволокон, а также для контроля качества.

1.2 Методический документ рассчитан на инженерно-технических работников дорожного хозяйства и предназначен для практического использования организациями, осуществляющими устройство шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон на различных типах покрытий во всех дорожно-климатических зонах.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.0.004–2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 2789–73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 8267–93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8269.0–97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний

ГОСТ 8735–88 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ОДМ 218.3.054–2015

ГОСТ 8736–2014 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 9128–2009 Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия

ГОСТ 11508–74 Битумы нефтяные. Методы определения сцепления битума с мрамором и песком

ГОСТ 11955–82 Битумы нефтяные дорожные жидкие. Технические условия

ГОСТ 12801–98 Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний

ГОСТ 22245–90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия

ГОСТ 30108–94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов

ГОСТ 30413–96 Дороги автомобильные. Метод определения коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием

ГОСТ 31015–2002 Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия

ГОСТ 31424–2010 Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия

ГОСТ Р 52128–2003 Эмульсии битумные дорожные. Технические условия

ГОСТ Р 52129–2003 Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия

СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги (актуализированная редакция СНиП 2.05.02–85*)

СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги (актуализированная редакция СНиП 3.06.03–85)

3 Термины, определения и сокращения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями и сокращения:

3.1 базовая длина: Длина линии, равная 180 (или 360) мм, проведенная вдоль полосы наката или перпендикулярно к ней в базовой плоскости контакта шины транспортного средства с поверхностью покрытия.

3.2 базовая плоскость: Плоскость поверхности колеса транспортного средства в зоне контакта с элементами шероховатости.

3.3 разброс высот выступов макрошероховатостей: Статистическое распределение расстояний между проекциями вершин макроэлементов шероховатости на вертикальную ось.

3.4 тонкий слой износа: Верхний слой дорожного покрытия толщиной от 1 до 2,5 см с повышенными фрикционными и гидроизоляционными характеристиками из специально подобранной асфальтобетонной смеси, уложенной по мембранной технологии; подлежит периодическому восстановлению в процессе эксплуатации.

3.5 шероховатая поверхность: Поверхность, которая образуется чередованием выступов зерен щебня и впадин между ними, а также шероховатостью выступов.

3.6 шероховатое тонкослойное покрытие: Шероховатый износостойкий защитный и устойчивый к колее слой толщиной от 2,5 до 4 см, частично впрессованный в перекрываемое асфальтобетонное покрытие по высокотемпературной технологии и образующий с ним единый монолит.

3.7 шероховатый поверхностный слой: Специально создаваемый поверхностный слой дорожного покрытия, обладающий шероховатостью, защитными и сцепными свойствами.

3.8 шероховатость покрытия: Совокупность макро- и микрошероховатостей либо специально созданных бороздок на покрытии в зоне контакта колеса транспортного средства с поверхностью дорожного покрытия.

3.9 шероховатая поверхностная обработка: Верхний конструктивный слой дорожного покрытия, образованный последовательным распределением вяжущего и щебня.

3.10 фибра (фиброволокно): Материал в виде волокон или узких полос, применяемый во многих отраслях промышленности.

3.11 элементы макрошероховатости: Крупные структурообразующие неровности профиля дорожного покрытия, характеризующиеся впадинами и выступами.

3.12 элементы микрошероховатости: Мелкие выступы и поры на элементах макрошероховатости, определяющие активность поверхности макрошероховатых элементов при взаимодействии с колесом транспортного средства.

3.13 ЛЭМС: Литая эмульсионно-минеральная смесь.

3.14 ПАВ: Поверхностно-активное вещество.

3.15 ПБВ: Полимерно-битумное вяжущее.

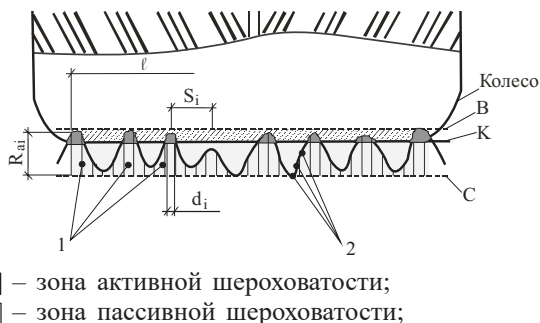
3.16 ЦМАС: Щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь.

4 Общие положения

4.1 Все виды шероховатых поверхностных слоев с применением различных видов фиброволокон являются защитными слоями и используются в качестве фрикционного и гидроизоляционного слоев износа для увеличения срока службы существующих дорожных покрытий, повышения их ровности и улучшения условий движения (СП 78.13330.2012, работы [1–6]).

4.2 Использование фиброволокон позволяет повысить сопротивляемость дорожных покрытий статическим и динамическим нагрузкам от колеса транспортного средства, трещиностойкость и износоустойчивость, а также продлить их срок службы до очередного ремонта [7].

4.3 Профиль шероховатых поверхностных слоев зависит от технологии его устройства, геометрии щебня, его количества и состава по фракциям (рисунок 1). Определение параметров макрошероховатости проводится посредством измерения высоты, глубины и шага неровностей согласно СП 78.13330.2012, рекомендациям [8].



К, С, В – соответственно базовая плоскость поверхности колеса транспортного средства, плоскость наибольших впадин шероховатости, плоскость наибольших выступов шероховатости в зоне контакта колеса транспортного средства с элементами макрошероховатости;
 ℓ – базовая длина, мм; S_i – шаг местных выступов макрошероховатости в пределах базовой длины, мм; d_i – шаг контакта колеса транспортного средства с поверхностью покрытия в пределах базовой длины, мм; R_{ai} – частная глубина впадин макрошероховатости (расстояние между проекциями смежных вершин и впадин на вертикальную ось), мм; 1, 2 – элементы соответственно макро- и микрошероховатости

Рисунок 1 – Элементы и параметры шероховатости в зоне контакта колеса транспортного средства с поверхностью покрытия

4.4 При распределении компонентов шероховатых поверхностных слоев наблюдается эффект сегрегации, связанный с неоднородностью распределения геометрических показателей активных выступов макрошероховатости в вертикальном, продольном и поперечном направлениях.

4.5 Взаимосвязь между изменением параметров макрошероховатости и изменением коэффициента сцепления шероховатых поверхностных слоев определяется по результатам контактирования колеса транспортного средства с неровностями, обладающими определенным сочетанием геометрических параметров.

4.6 Неровности дорожного покрытия характеризуются микро- и макрошероховатостью и оцениваются как разные однородные и неоднородные текстуры покрытия, имеющие в каждом случае свои отличительные особенности.

4.7 При назначении параметров макрошероховатости шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон рекомендуется учитывать, что на изменение коэффициента сцепления влияет не только изменение средней высоты выступов и средней глубины впадин макрошероховатостей, но и изменение их текущей средней величины и разброса высот активных выступов и глубин впадин (диапазона или статистического распределения).

4.8 Измеряемые параметры макрошероховатости могут быть назначены согласно ГОСТ 2789–73.

4.9 Регламент контроля геометрических показателей шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон основан на параметрах макрошероховатости, имеющих свойства инвариантности в отношении базы измерений.

4.10 Использование фиброволокон не вызывает изменения технологии устройства поверхностных обработок и тонких слоев износа, за исключением методов и средств дозирования и введения фиброволокна в асфальтобетонную смесь или ее компоненты.

5 Классификация шероховатости и условия устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон

5.1 Одними из главных способов обеспечения требуемых значений коэффициента сцепления являются создание и восстановление шероховатой поверхности.

5.2 Минимально допустимые в течение всего срока службы значения коэффициента сцепления и средней глубины впадин макро-

ОДМ 218.3.054–2015

шероховатости $R_{аср}$ приведены в таблице 1 (СП 78.13330.2012, рекомендации [8]).

Таблица 1 – Допустимые значения шероховатости и коэффициента сцепления для всего срока службы дорожного покрытия

Условия движения	Характеристики участков дорог	Допустимый коэффициент сцепления	Допустимая средняя глубина впадин макрошероховатости в различных дорожно-климатических зонах $R_{аср}$, мм	
			I и V	II–IV
Легкие	Участки прямые или кривые радиусом 1000 м и более, горизонтальные или с продольным уклоном не более 30 %, с элементами поперечного профиля, установленными для дорог соответствующих категорий с укрепленными обочинами без пересечений в одном уровне и примыканий, при коэффициенте загрузки не более 0,3	0,28	0,30	0,35
Затрудненные	Участки на кривых в плане с радиусами 250–1000 м; на спусках и подъемах с уклонами от 30 % до 60 %; участки в зонах сужений проезжей части (при реконструкции), а также участки дорог, отнесенные к легким условиям движения, при коэффициенте загрузки от 0,3 до 0,5	0,30	0,35	0,40
Опасные	Участки с видимостью менее расчетной (для соответствующих категорий дорог); на спусках и подъемах с уклонами более 50 % при длине более 100 м; участки в зонах пересечений в одном уровне, а также участки, отнесенные к легким и затрудненным условиям при коэффициенте загрузки свыше 0,5	0,32	0,40	0,45

5.3 Параметры макрошероховатости определяются в соответствии с приложением А.

5.4 Классификация шероховатых поверхностных слоев производится по параметрам макрошероховатости $R_{аср}$, представленным в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Классификация шероховатых поверхностных слоев

Вид шероховатости	Тип шероховатости	Средняя глубина впадин макрошероховатости $R_{аср}$, мм
Нешероховатая (гладкая)	1	Менее 1,0
Шероховатая	2	От 1,0 до 3,0 включительно
Среднешероховатая	3	От 3,0 до 6,0 включительно
Сильношероховатая	4	От 6,0 до 9,0 включительно
Крупношероховатая	5	Более 9,0

5.5 Основные виды шероховатых поверхностных слоев, соответствующие типам макрошероховатости, даны в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Основные виды шероховатых поверхностных слоев

Вид шероховатости	Основные виды шероховатых поверхностных слоев
Нешероховатая (гладкая)	Асфальтобетонные из плотных смесей типа Д
Шероховатая	Асфальтобетонные из плотных смесей типов В, Г, Г _х
Среднешероховатая	Асфальтобетонные из плотных смесей типов А, Б, В, Г, покрытия из ЛЭМС, покрытия из ЩМАС-10
Сильношероховатая	Асфальтобетонные из крупнозернистых смесей типов А и Б, пористые и высокопористые слои, покрытия из ЩМА-15, поверхностные обработки, покрытия с втапливанием щебня
Крупношероховатая	Покрытия из ЩМАС-20, поверхностные обработки, покрытия с втапливанием щебня размером зерен 20–25 мм

5.6 Рекомендуемые виды шероховатых поверхностных слоев в зависимости от условий движения представлены в таблице 4.

ОДМ 218.3.054–2015

Таблица 4 – Рекомендуемые виды шероховатых поверхностных слоев в зависимости от условий движения

Условия движения	Характеристика участков движения	Вид шероховатого поверхностного слоя	Тип шероховатости
1	2	3	4
Участки с легкими условиями движения *	Дороги I и II категорий	Покрyтия из ЩМАС-10, ЛЭМС, поверхностные обработки со щебнем размером зерен 5–10 мм	2–3
	Дороги III и IV категорий		1–3
Участки с затрудненными условиями движения*	Дороги I и II категорий	Покрyтия с шероховатой поверхностью из ЩМАС-10, ЩМАС-15	3–4
	Дороги III и IV категорий	Покрyтия с шероховатой поверхностью из ЩМАС-10, ЩМАС-15, поверхностные обработки со щебнем размером зерен 10–15 мм, ЛЭМС	3–4
Участки с опасными условиями движения*	Дороги I и II категорий	Покрyтия с сильной шероховатостью из ЩМАС-15, ЩМАС-20	4–5
	Дороги III и IV категорий	Поверхностные обработки со щебнем размером зерен 15–20 мм	4–5
Участки в населенных пунктах и на подходах к ним	Подходы протяженностью 1000 м	Покрyтия с полимерно-битумной поверхностной обработкой	2–3

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
Полосы разгона, торможения и остановочные пункты	В пределах расстояния видимости	Покрытия с сильной шероховатостью	3–4
Пешеходные переходы и подходы к ним	В пределах расстояния видимости	Покрытия с сильной шероховатостью	3–4
Пункты ГИБДД, таможни и подходы к ним	В пределах расстояния видимости	Покрытия с чрезвычайной шероховатостью	4–5
Шумовые полосы на подходах к опасным участкам, требующим изменения режима движения	В пределах расстояния видимости	Покрытия с чрезвычайной шероховатостью	5
Переходно-скоростные полосы	В пределах полос	Покрытия с шероховатой и сильно шероховатой поверхностью	3–4
Кольцевые пересечения и подходы к ним	В пределах расстояния видимости	Покрытия с сильной шероховатостью	4
Перекрестки и подходы к ним	В пределах расстояния видимости	Покрытия с сильной шероховатостью	4
Съезды в пределах транспортных развязок	В пределах длины съездов	Покрытия с шероховатой и сильно шероховатой поверхностью	3–4
Дополнительные полосы на подъеме и за вершиной на расстоянии 100 м	В пределах дополнительной полосы	Покрытия с сильно и чрезвычайно шероховатой поверхностью	4–5

1	2	3	4
Скоростные полосы	На протяжении скоростной полосы	Покрытия с шероховатой и сильно шероховатой поверхностью	3–4

* Условия движения принимаются по таблице 8.5 СП 34.13330.2012.

5.7 Для обеспечения безопасности движения встречных транспортных средств на двухполосных дорогах и движущихся по смежным полосам многополосных дорог, а также при съездах транспортных средств на укрепительные полосы или прикромочные зоны обочин изменение коэффициента сцепления в поперечном профиле не должно превышать 0,1.

5.8 Во избежание усиления вибрации транспортных средств во время движения расстояние между соседними выступами макрошероховатости (шаг шероховатости) рекомендуется выбирать менее 40 мм, если это не оговорено особо (например, для шумовой шероховатой поверхностной обработки).

5.9 Во избежание увеличения уровня шума от проезжающих транспортных средств крупношероховатые поверхности не рекомендуется применять в пределах населенных пунктов.

5.10 Неопределенность в использовании только средней глубины впадин макрошероховатостей определяется, в частности, разбросом заполнения межзернового пространства вяжущим (обычно от 1/3 до 1/2 высоты зерна). При этом изменение коэффициента сцепления не зависит от высоты вяжущего между зернами щебня.

6 Рекомендации по выбору технологии устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон

6.1 Параметры шероховатых поверхностных слоев могут быть выбраны с учетом ориентировочной взаимосвязи с транспортно-эксплуатационными характеристиками (при неблагоприятном состоянии покрытия) согласно приложению А.

6.2 Исходя из необходимой толщины шероховатого поверхностного слоя, наличия технологических машин и соответствующей производственной базы, в том числе дозаторов фиброволокон, под-

бирается технология устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа. Рекомендуемые технологии устройства шероховатых поверхностных слоев приведены в рекомендациях [8].

6.3 В зависимости от типа покрытия, шероховатости, заданной величины износа поверхности дорожного покрытия, а также с учетом условий удаления воды из зоны контакта колеса транспортного средства с покрытием определяется необходимая толщина шероховатого поверхностного слоя.

6.4 Применение фиброволокон рекомендуется при фактической интенсивности движения свыше 6000 авт./сут, при этом целесообразно устройство:

- шероховатых поверхностных слоев из ШМАС с применением фиброволокон [7];

- поверхностной обработки при совмещенном (синхронном) распределении вяжущего и щебня с использованием в качестве вяжущего битума, модифицированного полимерами (типа СБС) и фиброволокнами, вспененного битума или битумной эмульсии с применением фиброволокон и щебня размером зерен 15–20 (20–25) мм, прошедшего очистку в моечной установке и обработанного вяжущим [9–15].

6.5 При проведении технико-экономического обоснования возможно применение фиброволокон при фактической интенсивности движения свыше 1000 до 6000 авт./сут, при этом целесообразно:

- устройство поверхностной обработки покрытия при совмещенном (синхронном) распределении вяжущего и щебня с применением битума, вспененного битума или битумной эмульсии с использованием фиброволокон (без модифицирования полимерами), рекомендуется предварительная обработка щебня вяжущим [12–15];

- устройство шероховатого тонкослойного покрытия из литых асфальтобетонных смесей с применением фиброволокон;

- устройство поверхностной обработки из ЛЭМС с использованием фиброволокон (требуется обеспечение ровности покрытия);

- устройство поверхностной обработки покрытия при отдельном распределении битума и щебня, обработанного вяжущим с применением фиброволокон (без использования битумных эмульсий или вспененного битума);

- повышение шероховатости путем втапливания щебня, предварительно обработанного вяжущим, в свежеложенный слой покрытия [8].

Решение о применении фиброволокон рекомендуется подтверждать технологическим анализом возможностей существующего оборудования равномерно распределять фиброволокна в материалах или смеси, а также лабораторными исследованиями.

6.6 Исходя из фактического состояния нижележащего обрабатываемого слоя выбирается способ распределения материала и фиброволокон:

- распределение и разравнивание (разглаживание) по поверхности, при котором материал заполняет и выравнивает неровности нижележащего слоя, образуя неравномерный по толщине слой с ровной поверхностью;

- поливка и посыпка поверхности, при которой материал распределяется на предварительно обработанную (пролитую) вяжущим поверхность одинаковой толщиной равномерно по всей площади, образуя слой, копирующий неровности нижележащего слоя [8];

- введение и равномерное распределение фиброволокон в материалы или смесь до, во время или после распределения материала или смеси на дорожном покрытии.

6.7 При устройстве шероховатых поверхностных обработок создают защитный слой с целью обеспечения сохранности и срока службы дорожного покрытия. При этом добиваются высокого качества шероховатой поверхностной обработки, формируя плотное прилегание щебенки друг к другу с использованием регламентированных технологических операций.

6.8 Рекомендуется дополнительно обеспечивать коэффициент сцепления колеса транспортного средства с покрытием по диапазону фракции щебня или статистическому распределению (разбросу) размеров зерен в диапазоне фракции щебня, а также за счет использования разнопрочных материалов.

6.9 С учетом интенсивности движения транспортных средств на новых и эксплуатирующихся шероховатых асфальтобетонных покрытиях рекомендуется применять щебень размером зерен 5–10 или 10–15 мм, на средне- или сильношероховатых – 15–20 мм, на крупношероховатых – 20–25 мм.

7 Характеристики материалов

7.1 Каменные материалы

7.1.1 Характеристики материалов выбираются в зависимости от технологий, используемых для устройства шероховатых поверхностных слоев, и регламентируются положениями соответствующих нормативных документов, например ГОСТ 31424–2010.

7.1.2 Характеристики щебня, используемого для устройства шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон,

рекомендуется выбирать согласно ГОСТ 8267–93, ГОСТ 8269.0–97. Следует обратить внимание на адгезионную активность щебня к вяжущему, форму и микрошероховатость зерен, а также цвет щебня, определяющего внешний вид покрытия.

7.1.3 Массовая доля в щебне слабых и выветрелых зерен должна быть не более 10 %, а зерен пластинчатой формы – не более 15 %.

7.1.4 Массовая доля в щебне пылевато-глинистых частиц, определяемых отмучиванием, не должна превышать 1,0 %; содержание глины в виде комков и посторонних засоряющих примесей не допускается.

7.1.5 Щебень из гравия, ввиду наличия в его составе зерен различных пород и зернистости, характеризующихся различной износостойкостью, считается наиболее желательным минеральным материалом к применению для устройства шероховатых слоев. Рекомендуется использовать щебень из гравия с массовой долей зерен кремнистых пород не более 25 % по ГОСТ 8267–93.

7.1.6 Адгезионная активность щебня к вяжущему оценивается сцеплением вяжущего с поверхностью щебня по ГОСТ 12801–98. Предварительная оценка адгезии вяжущего и каменного материала в лабораторных условиях производится с помощью прибора Виалита.

7.1.7 Отдельные зерна щебня по возможности должны иметь кубовидную форму, быть трудношлифуемыми и чистыми (без пленки пыли или грязи). Для обеспечения шероховатости дорожного покрытия наиболее целесообразно применять щебенки пирамидальной, затем кубовидной и многогранной форм.

7.1.8 Варьируя процентным содержанием в смеси фракций и формы щебня получают наиболее плотные и шероховатые смеси. Получить фракции соответствующих форм и диапазона можно путем отсева на ситах с соразмерной формой отверстий.

7.1.9 Улучшение сцепных свойств шероховатого поверхностного слоя достигается смешением фракций щебня исходного и входящего в него диапазонов в заданной пропорции (например, зерен размером 10–15 и 10–12 мм в пропорции 2:1).

7.1.10 Яркость шероховатых поверхностных слоев достигается использованием в качестве структурообразующего компонента щебня светлого цвета (белого, светло-серого, серого) по массе не менее 30 % от общего количества.

7.1.11 Песок для приготовления асфальтобетонных и других битумоминеральных смесей применяется согласно ГОСТ 8735–88, ГОСТ 8736–2014. Рекомендуется использовать дробленый песок из проч-

ных известняков. Содержание пылеватых и глинистых частиц в песке не должно превышать 1 % по массе. Песок целесообразно активировать.

7.2 Вяжущие материалы

7.2.1 Характеристики битумов, рекомендуемых для устройства шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон, приведены в ГОСТ 11955–82, ГОСТ 22245–90.

7.2.2 Оптимальный вариант модификации битума предоставляется лабораторией. Тест на определение содержания остаточного вяжущего в смеси производят по ГОСТ 12801–98.

7.2.3 Регулированием расходов и свойств битумов обеспечивают проектные прочностные, деформационные и эксплуатационные качества шероховатых поверхностных слоев в течение срока службы при воздействии расчетных нагрузок в условиях регионального температурно-влажностного режима.

7.2.4 Применение вяжущих, модифицированных полимерами типа СБС, установление их расхода проводят по согласованию с заказчиком в рамках контракта на устройство шероховатых поверхностных слоев с использованием фиброволокон. Целью применения полимерно-битумных вяжущих должно быть увеличение срока службы шероховатых поверхностных слоев с фиброволокнами и уменьшение расхода материалов [15].

7.3 Минеральный порошок

7.3.1 Для изготовления асфальтобетонных смесей применяют минеральные порошки, представляющие собой продукты тонкого измельчения известняков, доломитов, доломитизированных известняков и других карбонатных горных пород, отвечающих требованиям ГОСТ Р 52129–2003, а также тонкого измельчения некарбонатных пород и пылевидных отходов промышленности. Они подразделяются на активированные и неактивированные.

7.3.2 Для устройства шероховатых поверхностных слоев предпочтительны однородные по цвету активированные порошки. Минеральные порошки применяются сухими и рыхлыми.

7.4 Фиброволокно

7.4.1 В качестве рекомендуемого вида фиброволокон возможно использование стекловолокна, углеродного, базальтового, полиэфир-

ного, полиакрилонитрильного, нейлонового, капронового, кевларового волокон и других видов.

7.4.2 Рекомендуется учитывать, что формирование фиброволокон на производстве осуществляется из прядильного раствора, последующей обработки сформованных волокон на прядильных агрегатах с получением волокон, имеющих заданные свойства, и последующей резки их на режущих установках барабанного типа с получением фиброволокон заданной длины.

7.4.3 Рекомендуется применение преднапряженных фиброволокон.

7.4.4 Содержание фиброволокон в заявленной смеси рекомендуется устанавливать, например, от 0,1 % до 0,15 % сверх массы минерального материала.

7.4.5 Критерием нижнего предела является обеспечение свойств смеси и полученного из нее покрытия, а критерием верхнего предела – появление эффекта комкования фиброволокон при их введении в смесь.

7.4.6 Увеличение содержания фиброволокон сверх верхнего предела приводит к повышению стоимости асфальтобетонной смеси без существенного улучшения ее свойств.

7.4.7 Типовые рекомендуемые характеристики фиброволокон даны в таблице 5. Возможно применение фиброволокон с отличными от приведенных в таблице 5 показателей.

Т а б л и ц а 5 – Типовые характеристики фиброволокон

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Плотность	г/см ³	1,17
Диаметр	мкм	От 14 до 31
Модуль упругости	ГПа	От 8 до 11
Прочность на растяжение, не менее	МПа	500
Удлинение при разрыве	%	От 20 до 26
Длина резки волокна	мм	6; 12; 18; 28; 30; 36; 60; 120; 150
Температура плавления, не менее	°С	300
Температура размягчения с одновременной деструкцией, не менее	°С	220
Технология подачи		В ручном и полуавтоматическом режиме дозирования

7.4.8 Эффективность применения фиброволокон в шероховатых поверхностных слоях возрастает с увеличением их длины. Существует критическая длина волокна $L_{кр}$, до которой напряжение, воспринимаемое фиброволокном, в асфальтобетоне возрастает и при $L = L_{кр}$ равно прочности фиброволокна (где L – длина наружного волокна).

7.4.9 При разрушении асфальтобетона, наполненного волокном при $L < L_{кр}$, из него выдергиваются короткие фиброволокна, разрушение происходит по границе «фиброволокно-битум». Длина погруженного в асфальтобетон фиброволокна не должна быть менее 3 мм. Прочность шероховатого поверхностного слоя, наполненного фиброволокном при условии $L > L_{кр}$, значительно больше, чем для волокон с $L < L_{кр}$.

7.4.10 Основные виды фиброволокон (например, углеродные, стеклянные) выпускаются круглого сечения диаметром 8–20 мкм, а также треугольного, ромбического и других форм сечения.

8 Основные технологии устройства поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон

8.1 Устройство тонких слоев износа из асфальтобетонных смесей с применением различных видов фиброволокон

8.1.1 Для устройства тонких слоев износа применяют асфальтобетонные смеси, указанные в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 – Температура асфальтобетонных смесей при их укладке

Вид смеси	Марка битума	Температура асфальтобетонной смеси, °С, не ниже	
		без ПАВ	с ПАВ
Горячая	БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60	120	100
Теплая	БНД 200/300, БНД 130/200	80	80

8.1.2 На подготовительном этапе осуществляется очистка нижележащего слоя покрытия от пыли и грязи, выполняются ремонт и заделка трещин и т. п. Тонкие слои износа устраивают на сухом, чистом и непромерзшем покрытии (или основании). Повышение адгезионной активности обрабатываемого покрытия рекомендуется осу-

ществлять с учетом его кислотности. За 3–5 ч до начала укладки смеси поверхность покрытия обрабатывают битумной эмульсией, вязким разжиженным или жидким битумом.

8.1.3 Норма расхода материалов следующая: разжиженный или жидкий битум, распределенный по основанию, от 0,5 до 0,8 л/м², по покрытию – от 0,2 до 0,3 л/м²; 60 %-ная битумная эмульсия, распределенная по основанию, от 0,6 до 0,9 л/м², по покрытию – от 0,3 до 0,4 л/м². Обработку вяжущими материалами исключают, если шероховатый слой устраивают на свежеложенном покрытии.

Температура вяжущего при распределении: для вязких битумов от 130 °С до 150 °С; для жидких битумов от 80 °С до 100 °С; для битумных эмульсий не менее 15 °С и не более 90 °С.

8.1.4 Температура асфальтобетонных смесей при их укладке должна быть не ниже температуры, приведенной в таблице 6. Температуру смеси проверяют в каждой прибывающей машине, так как при транспортировании она снижается (примерно 1 °С на 1 км пути или 10 °С за каждый час нахождения в пути). Поэтому время транспортирования асфальтобетонной смеси не должно превышать 1,5 ч или дальность возки составлять более 50 км. При транспортировании асфальтобетонную смесь укрывают пологом.

8.1.5 Укладка асфальтобетонной смеси осуществляется укладчиком на всю ширину покрытия. Необходимо следить за отсутствием атмосферных осадков и увлажнением поверхности. Работы производятся при температуре воздуха весной не ниже 5 °С, осенью – не ниже 10 °С. Для лучшего проявления шероховатой текстуры рекомендуется при уплотнении применять катки с обрезиненными вальцами (слой резины толщиной не менее 10 мм), способствующие вдавлению заполнителя асфальтобетона в межзерновое пространство и обеспечению необходимого выпирания зерен щебня. Оптимальные параметры укладки и уплотнения асфальтобетонной смеси определяются в процессе пробных укладок и укаток. Для проведения опытно-производственных работ по устройству верхнего слоя покрытия с применением армированного асфальтобетона следует использовать плотную горячую мелкозернистую асфальтобетонную смесь типа Б согласно ГОСТ 9128–2009.

8.1.6 Физико-механические показатели свойств армированного асфальтобетона выбирают согласно требованиям раздела 5 ГОСТ 9128–2009, а используемые для его приготовления материалы – щебень, песок, минеральный порошок и битум – подраздела 5.15 этого нормативного документа. Выбор типа каменных материалов,

ОДМ 218.3.054–2015

используемых для производства асфальтобетонной смеси, проводят в соответствии с требованиями таблицы 10 ГОСТ 9128–2009.

8.1.7 Выбор марки битума выполняется в соответствии с рекомендациями, содержащимися в приложении А ГОСТ 9128–2009. При проведении опытно-производственных работ в центральных регионах России для приготовления асфальтобетонных смесей следует использовать битум, отвечающий требованиям ГОСТ 22245–90 к марке БНД 60/90.

8.1.8 Рекомендуется использовать, например, базальтовые волокна длиной 5–15 мм с влажностью не более 1 %, фиброволокна не должны комковаться и слипаться, содержать загрязняющие примеси.

8.1.9 Пример подбора состава мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа А с добавкой базальтовых волокон приведен в таблице 7.

Т а б л и ц а 7 – Пример подбора состава мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа А с применением базальтовых волокон

Наименование компонентов	Содержание компонентов, не менее	
	%	кг/т смеси
Щебень гранитный размером зерен 10–15 мм	58	545
Песок	37	346
Минеральный порошок	5	47
Базальтовое волокно	0,4	5
Битум марки БНД 60/90	6,2	57

8.1.10 Асфальтобетонную смесь с добавкой базальтового волокна приготавливают в асфальтобетонных установках, оборудованных линией подачи и дозирования базальтового волокна. Погрешность дозирования при приготовлении смеси не должна превышать (% по массе): для щебня, песка, минерального порошка и битума ± 1 %, для добавок базальтового волокна ± 3 %. Система дозирования базальтового волокна может быть объемная или весовая. Температура асфальтобетонной смеси на выходе из смесителя должна соответствовать требованиям, представленным в таблице 8.

Т а б л и ц а 8 – Температура асфальтобетонной смеси при выпуске из смесителя

Марка вяжущего	Температура асфальтобетонной смеси, °С
1	2
БНД 40/60	От 160 до 175

Окончание таблицы 8

1	2
БНД 60/90	От 155 до 170
БНД 90/130	От 150 до 165
БНД 130/200	От 140 до 160

8.1.11 Асфальтобетонную смесь с добавкой базальтового волокна укладывают асфальтоукладчиком и уплотняют звеном катков, обеспечивающим требуемый темп строительства слоя асфальтобетонного покрытия. Укладку и уплотнение такой асфальтобетонной смеси ведут по типовым технологическим схемам с контролем температурного режима. Все работы по подготовке поверхности основания или нижнего слоя покрытия производят в сухую погоду, на сухом нижележащем слое при температуре воздуха не ниже 5 °С и силе ветра не более 6 м/с.

8.1.12 Обработку поверхности нижележащего слоя битумом (битумной эмульсией) выполняют на ширину от 0,1 до 0,15 м плотным слоем без разрывов. Температуру битума задают в диапазоне от 140 °С до 160 °С, температура битумной эмульсии при температуре воздуха 20 °С и выше равна температуре воздуха, ниже 20 °С – не должна быть ниже 50 °С. Температуру асфальтобетонной смеси в автомобилях-самосвалах на месте укладки, в начале уплотнения уложенной смеси и в конце процесса уплотнения устанавливают в соответствии с требованиями таблицы 9.

Таблица 9 – Температура асфальтобетонной смеси

Марка вяжущего	Температура асфальтобетонной смеси, °С		
	в автомобиле-самосвале на месте укладки, не ниже	в слое	
		в начале укладки, не выше	в конце укладки, не ниже
БНД 40/60	150	170	115
БНД 60/90	145	165	110
БНД 90/130	140	160	105
БНД 130/200	130	150	100

8.1.13 Показатели рубленого базальтового волокна устанавливают согласно таблице 10.

Таблица 10 – Требования к рубленому базальтовому волокну

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя с допустимыми отклонениями
Диаметр элементарного волокна	мкм	(от 8 до 17) ± 1,0
Длина отрезка	мм	(от 5 до 15) ± 0,5
Тип замасливателя		По согласованию
Массовая доля веществ, удаляемых при прокаливании	%	От 0,27 до 0,5
Влажность, не более	%	5
Непроруб массы партии, не более	%	5
Плотность, не менее	г/см ³	2,8
Водопоглощение за 24 ч, не более	%	0,2

8.1.14 Рекомендуется использовать асфальтобетонные смеси типов А и Б, а также ЦМАС. Гранулометрический состав и физико-механические характеристики тонкого слоя износа с применением фиброволокон должны быть обоснованы расчетом на устойчивость асфальтобетонного покрытия к образованию колеи по методике, приведенной в разделе 8 рекомендаций [16]. Для повышения сдвигоустойчивости в состав асфальтобетонной смеси на модифицированном битуме рекомендуется вводить фиброволокна в количестве 1,5 %–3,5 % по массе.

8.2 Устройство тонких слоев износа с применением ЦМАС

8.2.1 Для устройства тонких слоев износа применяются ЦМАС согласно рекомендациям [9].

8.2.2 Для приготовления ЦМАС с фиброволокном используется, например, стабилизирующая добавка – однородное короткофиберное целлюлозное волокно с коротковолокнистой структурой (длина фиброволокон определяется под лупой или микроскопом); содержание фиброволокон длиной от 1,2 до 1,9 мм составляет не менее 80 % по массе волокна, содержание фиброволокон короче 0,9 мм – не более 20 %.

8.2.3 Готовую смесь с применением фиброволокон испытывают согласно ГОСТ 12801–98.

8.2.4 Введение фиброволокон рекомендуется производить после их распределения в целлюлозном волокне.

8.3 Устройство шероховатого поверхностного слоя методом втапливания щебня, обработанного органическим вяжущим, по свежележенному асфальтобетонному слою в горячем состоянии

8.3.1 Асфальтобетонные слои покрытия устраиваются толщиной не менее 3 см. Втапливание щебня, обработанного органическим вяжущим, целесообразно осуществлять в малощебенистые смеси типов В и Д. Для его втапливания рекомендуется использовать щебень изверженных горных пород марки по прочности не менее 1200, а по износу – не ниже И-1, размером зерен 5–10, 10–15 или 15–20 мм.

8.3.2 Обработка щебня вяжущим осуществляется в асфальтобетонном смесителе при температуре от 140 °С до 170 °С битумами марок БНД 60/90 и БНД 90/130; при температуре от 110 °С до 160 °С – битумами марок СГ 130/200, МГ 130/200, дегтем марки Д-6; при температуре от 80 °С до 120 °С – битумами марки СГ 70/130, МГ 70/130. Массовая доля вяжущего составляет от 1 % до 1,3 % по массе щебня. Лучшие результаты получаются, когда вяжущее полностью обволакивает щебень и не стекает с него. Целесообразно осуществлять обработку щебня вспененным битумом. Для повышения сцепления вяжущего со щебнем используются ПАВ.

8.3.3 Наилучшее качество шероховатых слоев достигается при втапливании горячего щебня, обработанного органическим вяжущим, в горячий асфальтобетонный слой. Такая технология возможна при наличии двух смесителей для синхронного приготовления обработанного щебня и асфальтобетонной смеси. Возможно втапливание холодного щебня в горячий асфальтобетонный слой, при этом щебень должен обрабатываться вяжущим заблаговременно.

8.3.4 Технология втапливания щебня, обработанного органическим вяжущим, в асфальтобетонный слой имеет несколько вариантов.

- Укладывается слой малощебенистой или песчаной асфальтобетонной смеси типа В или Г с помощью асфальтоукладчиков с включенным трамбующим брусом, но с выключенной виброплитой. Затем по поверхности недоуплотненного асфальтобетонного слоя с помощью щебнераспределителя производится россыпь обработанного вяжущим щебня в количестве: щебень размером зерен 5–10 мм – (0,9–1,1) м³/100 м²; размером зерен 10–15 мм – (1,1–1,2) м³/100 м²; размером зерен 15–20 мм – (1,2–1,4) м³/100 м². Втапливание щебня в асфальтобетонный слой выполняется вначале пневмокатками массой

16 т (6–10 проходов по одному следу), или гладковальцовыми катками с обрезиненными вальцами массой от 10 до 13 т (8–10 проходов по одному следу), или виброкатками массой от 6 до 8 т (5–7 проходов по одному следу). Окончательное уплотнение слоя осуществляется гладковальцовыми катками с обрезиненными вальцами массой от 11 до 18 т (6–8 проходов по одному следу).

- Слой асфальтобетонной смеси, уложенный асфальтоукладчиком с включенным трамбующим брусом, прикатывается гладковальцовыми катками массой от 6 до 8 т (2–3 прохода по одному следу). С помощью асфальтоукладчика по прикатанному асфальтобетону распределяется щебень, обработанный органическим вяжущим, слоем толщиной от 1,5 до 2 см. Затем осуществляется окончательное уплотнение слоя.

- В случае устройства на автомобильных дорогах и мостовых сооружениях с высокой интенсивностью движения тонких слоев износа из литых асфальтобетонных смесей типов I, II втапливание щебня, обработанного органическим вяжущим, производится в горячую распределенную литую асфальтобетонную смесь, состав которой определяется в лаборатории. Примерный состав смеси следующий, % по массе: минеральный порошок – 26, песок – 12, щебень размером зерен 0–5 мм – 16, щебень размером зерен 5–20 (15) мм – 46, полимерно-битумное вяжущие ПБВ 40 (ПБВ 60) – 8,7 [10].

Для приготовления полимерно-битумного вяжущего ПБВ 40 (ПБВ 60) используются нефтяные вязкие битумы марок БНД 60/90, БНД 90/130, полимерная добавка СБС (стирол-бутадиен-стирол) в следующем соотношении, % по массе: битум марки БНД 60/90 (БНД 90/130) – от 90 до 91,5; полимерная добавка СБС – от 8,5 до 10.

Полимерно-битумное вяжущее приготавливается в котле с термоизолирующей оболочкой, оснащенном смесителем, термостатом и термометром. Время приготовления составляет до 4 ч при температуре нагрева битума не выше 195 °С. На стадии смешивания следят за недопущением местного перегрева битума. Полимерно-битумное вяжущее используется не позднее чем через 6 ч после изготовления.

Литая асфальтобетонная смесь приготавливается на асфальтобетонном заводе при температуре от 185 °С до 195 °С. Затем смесь выгружается в котлы-кохеры, при транспортировании в которых до места производства работ осуществляется принудительное ее перемешивание с сохранением заданной температуры.

Литые асфальтобетонные смеси укладываются на сухой слой покрытия из асфальтобетона типа А. Смесь из котлов через запорный

люк выдается порциями на проезжую часть в зону захвата распределителя, который, продвигаясь вперед, разравнивает резиновыми термолопатками слой литой асфальтобетонной смеси, а выравнивающей рейкой обеспечивается заданная толщина слоя. За распределителем литых асфальтобетонных смесей следует специализированный распределитель щебня размером зерен 5–15 мм, обработанного органическим вяжущим, который равномерно распределяет его по уложенной поверхности литого асфальтобетона. Через 15 мин по слою щебня проходит каток массой от 1,5 до 3 т для его втапливания в литой асфальтобетон (колеса катка во время движения орошаются водой). Для обеспечения адгезии рекомендуется использовать щебень из габбро-диабазы.

8.3.5 Применение фиброволокон в литых асфальтобетонных смесях осуществляют путем их внесения в исходные компоненты, а также в готовую смесь на всех этапах ее приготовления. При введении в замес рекомендуется использовать технологии связного дозирования с коррекцией погрешности, полученной при дозировании предыдущим дозатором.

8.4 Устройство шероховатых поверхностных обработок

8.4.1 Наиболее распространенным методом устройства шероховатых поверхностных слоев покрытий являются однослойные и двухслойные поверхностные обработки [8, 13]. Эта технология заключается в розливе вяжущего по обрабатываемой поверхности с последующим распределением и уплотнением щебня одномерной фракции тонким слоем (практически в одну щебенку). Применяемые технологии делятся в зависимости:

- от состояния обрабатываемого слоя (холодное, предварительно подогретое, обработанное или необработанное активными добавками, выровненное или невыровненное);
- вида, марки и способа применяемого вяжущего (битумы вязкие или жидкие, битумные эмульсии, поверхностно-активные вещества или активаторы, битумные мастики, битумные пасты, битумные шламы);
- вида, гранулометрических размеров, температуры, способа предварительной активации поверхности используемого щебня;
- типов применяемых технологических машин (способов распределения вяжущего и щебня, технологии уплотнения);
- способов и режимов ухода за готовым конструктивным слоем.

8.4.2 На асфальтобетонных покрытиях устраивают, как правило, одиночную поверхностную обработку [13]. Определение оптимальных сочетаний вариантов, способов и методов ведения работ в зависимости от конкретных местных условий рекомендуется осуществлять с учетом положений настоящего методического документа, лабораторных исследований и пробных производственных проверок.

8.4.3 Работы по устройству поверхностной обработки следует производить по сухой незапыленной поверхности при применении битума и увлажненной ($0,5 \text{ л/м}^2$) – при использовании битумных эмульсий. Температура воздуха при розливе битума должна быть не ниже $15 \text{ }^\circ\text{C}$, а при использовании битумной эмульсии – не ниже $5 \text{ }^\circ\text{C}$. В отдельных случаях при невозможности обеспечить требуемую чистоту покрытия рекомендуется его подгрунтовывать путем розлива жидкого битума в количестве от $0,3$ до $0,5 \text{ л/м}^2$.

8.4.4 Основной розлив вяжущего осуществляют на половине проезжей части в один прием без пропусков и разрывов. При возможности обеспечения объезда места производства работ розлив вяжущего выполняют по всей ширине проезжей части.

8.4.5 Ориентировочные расходы вяжущих и щебня при их распределении на дорожном покрытии без учета предварительной обработки даны в таблице 11. При применении необработанного щебня нормы розлива вяжущего повышают на 20% .

Таблица 11 – Расход вяжущего и щебня при устройстве поверхностной обработки

Вид поверхностной обработки	Размер зерен щебня, мм	Расход щебня		Расход вяжущего, л/м^2
		кг/м^2	$\text{м}^3/100 \text{ м}^2$	
1	2	3	4	5
Одиночная на вязком битуме	5–10	От 11 до 15	От 0,9 до 1,1	От 0,7 до 1,0
	10–15	От 15 до 20	От 1,1 до 1,4	От 0,9 до 1,0
	15–20	От 20 до 25	От 1,2 до 1,5	От 1,0 до 1,3
	20–25	От 25 до 30	От 1,4 до 1,6	От 1,1 до 1,4
Одиночная на вязком битуме с двойной россыпью щебня	Первая россыпь 15–25	От 16 до 18	От 1,2 до 1,4	От 1,4 до 1,5
	Вторая россыпь 5–10	От 6 до 8	От 0,6 до 0,8	-
Одиночная с битумной эмульсией 50 %-ной концентрации	5–10	От 12 до 15	От 0,9 до 1,1	От 1,6 до 1,8
	10–15	От 15 до 20	От 1,2 до 1,4	От 1,8 до 2,0
	15–20	От 20 до 25	От 1,3 до 1,5	От 2,0 до 2,4
	20–25	От 25 до 30	От 1,4 до 1,6	От 2,4 до 2,6

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5
Двойная на вязком битуме	Первая россыпь 15–25 или 20–25	От 20 до 25	От 1,2 до 1,5	Первый розлив от 1,1 до 1,4
		От 25 до 30	От 1,4 до 1,6	
	Вторая россыпь 5–10 или 10–15	От 15 до 20	От 1,2 до 1,3	Второй розлив от 0,6 до 0,8
		От 15 до 20	От 1,2 до 1,4	

8.4.6 Температура битума при розливе следующая:

- для вязких битумов марок БНД 60/90, БНД 90/130 – от 150 °С до 160 °С;

- марок БНД 130/200 – от 100 °С до 130 °С;

- полимерно-битумных вяжущих – от 140 °С до 160 °С.

Температуру и концентрацию битумной эмульсии устанавливают в зависимости от погодных условий:

- при температуре воздуха ниже 20 °С эмульсия должна иметь температуру от 40 °С до 50 °С (при концентрации битума в эмульсии от 55 % до 60 %); подогрев эмульсии до такой температуры осуществляется непосредственно в автогудронаторе;

- при температуре воздуха выше 20 °С эмульсию можно не подогревать (при концентрации битума в эмульсии 50 %).

8.4.7 Щебень распределяют сразу после розлива битума, не допуская его загустевания. Дополнительного нагрева щебня не требуется, равномерное его распределение «в одну щебенку» производится самоходными или навесными щебнераспределителями. После россыпи щебня вручную осуществляют окончательное выравнивание поверхности гладилками и скребками.

8.4.8 Сразу после россыпи щебня рекомендуется производить уплотнение поверхности гладковальцовыми катками с обрезиненными вальцами (4–5 проходов по одному следу).

8.4.9 При устройстве двойной поверхностной обработки с использованием битумных эмульсий работы ведутся в следующей последовательности:

- смачивание обрабатываемого покрытия водой (возможно с активными добавками) в количестве от 0,4 до 0,5 л/м²;

- розлив эмульсии по покрытию в количестве 30 % от расхода, указанного в таблице 11;

- распределение щебня в количестве 70 % от расхода, указанного в таблице 11;
- розлив оставшейся эмульсии;
- распределение оставшегося щебня;
- уплотнение катками массой от 6 до 8 т за 3–4 прохода по одному следу (начало уплотнения должно совпадать с началом расхода эмульсии);
- уход за поверхностной обработкой.

8.4.10 Уход за поверхностной обработкой осуществляется в течение первых двух-четырех суток после устройства и заключается в регулировании движения (последовательные проходы транспортных средств по определенным полосам со скоростью не более 40 км/ч) и систематическом наметании «неприжившегося» щебня механическими щетками с кромки на покрытие. По истечении срока ухода «неприжившийся» щебень должен быть удален с поверхности покрытия. В случае использования анионоактивной эмульсии движение транспортных средств открывают не ранее чем через сутки после устройства поверхностной обработки.

8.4.11 При назначении расходов материалов для устройства шероховатого слоя методом поверхностной обработки следует руководствоваться рекомендациями [8].

8.4.12 При устройстве шероховатой поверхностной обработки техникой с одновременным синхронным распределением битума и щебня длина измельченных фиброволокон может быть 30, 60 или 120 мм. Наилучший эффект распределения материалов обеспечивается при длине фиброволокна 60 мм.

Расход фиброволокон при использовании битумощебнераспределителя составляет 30–200 г/м².

Питание системы дозирования битумощебнераспределителя обеспечивается гидравлической системой. Измельчитель фиброволокон оснащается пневматическим устройством предотвращения обратного потока в соплах. Погрешность дозатора ± 2 %.

8.5 Устройство поверхностной обработки с использованием литых эмульсионно-минеральных смесей

8.5.1 Материалы для устройства ЛЭМС выбираются с учетом положений ГОСТ Р 52128–2003 и работ [14, 15]; для устройства защитного слоя износа из ЛЭМС типа «Сларри Сил» – рекомендаций [17].

8.5.2 Литые эмульсионно-минеральные смеси состоят из минеральных материалов (щебня, песка, минерального порошка), водного

раствора ПАВ и катионной битумной эмульсии. В зависимости от granulometric composition ЛЭМС подразделяются на щебеночные и песчаные. Минеральная часть ЛЭМС подбирается по принципу плотных смесей. Например, рекомендуется использовать щебень размером зерен до 15 мм из камня изверженных и метаморфических горных пород по прочности не ниже 1200. Песчаная составляющая размером 0,1(0,071)–5 мм состоит из дробленого песка или смеси природного и дробленого песка в равных долях. Для минерального порошка из карбонатных пород общее количество частиц мельче 0,071 мм должно составлять от 5 % до 15 %. В качестве вяжущего используются катионоактивные битумные эмульсии классов ЭБК-2 и ЭБК-3, содержащие от 50 % до 55 % битума.

8.5.3 Перед устройством слоя из ЛЭМС осуществляется подгрунтовка существующего покрытия эмульсиями или битумами марки БНД 200/300 из расчета от 0,3 до 0,4 л/м² (в пересчете на битум). На свежее уложенном асфальтобетонном покрытии за 15 мин перед укладкой ЛЭМС производится смачивание его водой с активаторами из расчета от 0,4 до 0,5 л/м².

8.5.4 Приготовление и укладка ЛЭМС производится специальными однопроходными машинами (например, типа Macropaver, Akzo Nobel, SOM 1000 2/8 и др.), осуществляющими смешивание материалов и распределение смеси по поверхности покрытия. Расход смеси в зависимости от толщины слоя: для песчаных ЛЭМС (толщиной от 5 до 10 мм, возможно до 15 мм) составляет 20–25 кг/м²; для щебеночных ЛЭМС (толщиной от 10 до 15 мм, возможно до 20 мм) – 25–30 кг/м².

8.5.5 Ширина укладываемого слоя зависит от размеров распределителя бункера машины и обычно составляет от 2,5 до 3,75 м. Скорость распределения выбирается такой, чтобы при выходе смеси из распределительного короба начинался распад битумной эмульсии, предотвращая расплывание смеси по поверхности покрытия, что зависит от температуры воздуха, свойств исходных материалов и достигается подбором состава.

8.5.6 Движение транспортных средств по устроенному слою можно открывать после полного формирования его структуры (обычно через 3–4 ч), при этом в первые двое суток скорость движения автомобилей ограничивается до 40 км/ч. Для самоукатки и окончательного формирования структуры слоя движение транспортных средств регулируется по всей ширине покрытия.

8.5.7 Устройство поверхностной обработки типа «Сларри Сил» состоит:

- из подготовительных работ (устранения дефектов покрытия);
- калибровки распределительной машины для правильного дозирования исходных материалов;
- закрытия движения транспортных средств по полосе движения, на которой будет устраиваться слой износа;
- загрузки машины необходимыми исходными компонентами;
- приготовления и распределения эмульсионно-минеральной смеси специальной машиной;
- открытия движения автомобилей по уложенной полосе с ограничением скорости до 40 км/ч в зависимости от времени формирования покрытия, ориентировочно от 1 до 3 сут [17].

8.5.8 Перед укладкой эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри Сил» выполняют подготовительные работы: все трещины и швы в дорожном покрытии должны быть герметизированы с использованием соответствующих ремонтных материалов; выполнен ремонт покрытия; оно должно быть тщательно очищено от пыли, грязи, масляных пятен; выполнена подгрунтовка покрытия (в случаях значительного шелушения асфальтобетонного покрытия) смесью катионной эмульсии и воды в соотношении 1:3 с нормой расхода битумной эмульсии от 1 до 2 л/м².

8.5.9 При температуре окружающего воздуха выше 30 °С рекомендуется предварительное увлажнение дорожного покрытия водой.

8.5.10 Не допускается производить работы по укладке эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри Сил» при температуре окружающего воздуха ниже 10 °С, в случае дождя, при прогнозе снижения температуры воздуха в месте производства работ до 0 °С в течение ближайших 24 ч после укладки.

8.5.11 Комплект машин для устройства слоев износа типа «Сларри Сил» включает смеситель-распределитель, битумовоз (гудронатор), фронтальный погрузчик минеральных материалов, поливомоечную машину, оборудованную щеткой.

8.5.12 При устройстве слоя износа типа «Сларри Сил» на остановочных площадках, площадках отдыха и в других местах, где отсутствует достаточное для уплотнения движение автомобилей, в комплект машин включают пневматический каток массой 10 т.

8.5.13 Исходные компоненты ЛЭМС точно дозируются, перемешиваются и распределяются на покрытие автомобильных дорог с помощью специальных смесителей-укладчиков.

8.5.14 Смесительно-распределительная машина представляет собой установку непрерывного действия, смонтированную на грузо-

вом автомобиле, которая выполняет следующие операции: транспортирует материалы из приобъектного склада непосредственно к месту производства работ; в необходимых пропорциях дозирует исходные материалы в специальный миксер мягкого действия; смешивает материалы в однородную массу; подает смешанный материал в специальный распределительный короб; распределяет смесь слоем на определенную ширину (от 2 до 4 м) толщиной от 5 до 15 мм.

8.5.15 Применение фиброволокон в ЛЭМС осуществляется путем их внесения в исходные компоненты до заполнения емкостей смесительно-распределительной машины. Для увеличения производительности распределительной машины необходима организация приобъектного склада для хранения материалов, в том числе с заранее введенными в смесь фиброволокнами.

8.5.16 В процессе укладки ЛЭМС следят, чтобы смежные укладываемые полосы перекрывались не более чем на 15 см.

8.5.17 Температура битумной эмульсии при укладке ЛЭМС должна быть не более 45 °С.

8.5.18 Максимальное время открытия движения транспортных средств по уложенному слою определяют лабораторным путем и доводят до производителя работ. В полевых условиях за момент открытия движения автомобилей принимается такое состояние уложенного слоя, при котором после надавливания на него тупым предметом не остается вмятин, а на тупом предмете не остается следов эмульсии и битума.

8.6 Правила производства работ при устройстве шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон

8.6.1 При устройстве шероховатых поверхностных слоев с использованием горячей асфальтобетонной смеси предусматривается применение высокоплотных и плотных асфальтобетонных смесей типов А и Б по ГОСТ 9128–2009; открытых битумоминеральных смесей с содержанием щебня размером зерен 5–20 мм в количестве свыше 55 % – до 65 %, свыше 65 % – до 75 %, свыше 75 % – до 85 % [18]; ЦМАС-20 по ГОСТ 31015–2002.

8.6.2 Смеси должны соответствовать требованиям ГОСТ 9128–2009, ГОСТ 31015–2002, СП 34.13330.2012.

8.6.3 Правилами производства работ по устройству шероховатых поверхностных слоев предусмотрены подготовительные работы, уклад-

ка и уплотнение асфальтобетонных смесей. Работы с использованием разных по составам и свойствам смесей характеризуются специфическими технологическими приемами и применяемой техникой.

8.6.4 Работы по устройству шероховатых поверхностных слоев осуществляют в теплое и сухое время года, весной при температуре воздуха не ниже 5 °С и осенью – не ниже 10 °С.

8.6.5 Тонкие слои износа с применением фиброволокон назначают при небольших объемах поверхностных деформаций (выкрашивании щебеночного материала с образованием выбоин, шелушении поверхности, наличии небольших раковин), при этом определяют дефекты покрытия, при которых допускается устройство тонких защитных слоев износа без проведения подготовительных работ, уточняют области применения асфальтобетонных смесей и технические характеристики модифицированных битумных вяжущих, щебня, песка, минерального порошка, фиброволокна и асфальтобетонных смесей.

8.6.6 Особенности устройства тонких слоев износа с применением фиброволокон заключаются в создании мембраны на поверхности основания для образования прочного и водонепроницаемого слоя и обеспечения требуемого сцепления поверхности основания со слоем укладываемой асфальтобетонной смеси.

8.6.7 Укладку слоя производят специальным оборудованием. Сразу после распределения смесь уплотняют гладковальцовым катком. Нарушения при производстве работ и предельные допуски отражают в журналах контроля качества.

8.6.8 Для тонких слоев износа длина фиброволокон рекомендуется в диапазоне 6–12 мм, при длине более 20 мм наблюдается неоднородность перемешивания.

8.6.9 Распределение фиброволокон в асфальтобетонной смеси или ее компонентах рекомендуется проводить по кинематической схеме ручной воздуходувки, рабочий орган которой позволяет добиться наиболее однородного (равномерного) распределения.

9 Особенности выбора материалов фиброволокон и определение оптимального состава армированного асфальтобетона

9.1. Выбор материалов фиброволокон и определение оптимального состава армированных асфальтобетонных смесей осуществляется в соответствии с общими принципами выбора асфальтобетона для устройства верхних слоев покрытий автомобильных дорог и основ-

ными принципами подбора их оптимального состава. Подбор состава асфальтобетонной смеси включает проведение испытаний всех компонентов минеральной части смеси и битума с последующим установлением рационального соотношения между ними, обеспечивающего получение асфальтобетона, физико-механические свойства которого отвечают требованиям ГОСТ 9128–2009. Методики испытания минеральных компонентов асфальтобетонной смеси, битума и самой асфальтобетонной смеси принимаются в соответствии с ГОСТ 9128–2009. Зерновой состав минеральной части смеси (без фиброволокон) принимается в соответствии с требованиями таблицы 3 ГОСТ 9128–2009.

9.2. Особенность определения оптимального состава асфальтобетона, армированного фиброволокнами, заключается в том, что при введении в состав минеральной части асфальтобетонной смеси, например, базальтовых волокон в количестве 0,35 %–0,4 % по массе, содержание минерального порошка в смеси целесообразно снизить до 4,5 %–5 %. Окончательно оптимальное содержание компонентов и фиброволокон в составе асфальтобетонной смеси уточняется на основании результатов лабораторных испытаний вариантов составов с целью учета особенностей свойств используемых материалов.

9.3 Массовая доля фиброволокон сверх массы смеси определяется путем лабораторных исследований.

9.4 Методика определения оптимального состава армированного фиброволокнами асфальтобетона включает:

- выбор типа асфальтобетонной смеси для проведения работ по устройству тонкого слоя износа в соответствии с указаниями ГОСТ 9128–2009;

- определение характеристик исходных минеральных материалов (щебня, песка и минерального порошка) с целью установления их соответствия требованиям подраздела 5.15 ГОСТ 9128–2009;

- определение свойств битума с целью установления их соответствия требованиям ГОСТ 22245–90 и подраздела 7.2 настоящего методического документа;

- определение характеристик фиброволокон с целью установления их соответствия пункту 7.4.7 настоящего методического документа;

- определение оптимального соотношения минеральных компонентов в составе асфальтобетонной смеси в соответствии с требованиями таблицы 3 ГОСТ 9128–2009;

ОДМ 218.3.054–2015

- определение оптимального содержания битума в составе асфальтобетонной смеси;

- приготовление образцов армированного асфальтобетона с содержанием добавки фиброволокон в количестве 0,4 % по массе минеральной части смеси и сниженным в 2 раза количеством минерального порошка;

- определение физико-механических характеристик полученного асфальтобетона и сопоставление их с указаниями раздела 5 ГОСТ 9128–2009;

- корректировка при необходимости содержания битума, минерального порошка или фиброволокон в составе асфальтобетонной смеси с целью получения асфальтобетона, физико-механические характеристики которого полностью отвечают требованиям ГОСТ 9128–2009.

9.5 Водостойкость асфальтобетонов, приготавливаемых с применением фиброволокон, обеспечивается сцеплением битума с поверхностью минеральных материалов в соответствии с ГОСТ 11508–74.

9.6 При необходимости улучшения адгезионных свойств битума в него вводят ПАВ.

9.7 Характеристики нитей из базальтовых волокон, используемых для приготовления асфальтобетонных смесей, приведены в таблицах 12 и 13.

Т а б л и ц а 12 – Характеристики нитей из базальтовых волокон

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Плотность	кг/м ³	От 2600 до 2800
Модуль упругости	кг/мм ²	От 9100 до 11000
Остаточная прочность при растяжении при температуре 20 °С, не менее	кг/мм ²	100
Химическая устойчивость (потеря в массе после 3 ч кипячения в воде), не менее	г	1,6
Нормальный коэффициент звукопоглощения		От 0,9 до 0,99

Таблица 13 – Технические требования к ровингам из базальтовых нитей

Наименование показателя	Единица измерения	Величина показателя
Удельная разрывная нагрузка для ровинга с диаметром элементарного волокна, не менее: 9 мкм 12 мкм	МН/текс	320
		250
Допускаемое отклонение по линейной плотности (среднее значение, отнесенное к номинальному), не менее	%	15
Влажность, не более	%	1,0
Содержание веществ, удаляемых при прокаливании в замасливателях: «парафиновая эмульсия» «4Э», не менее	%	От 1,1 до 1,9
		0,5
Масса упаковки	кг	По согласованию с потребителем

9.8 Требования к рубленным фиброволокнам распространяются на фиброволокна, представляющие собой смесь коротких отрезков комплексных нитей, получающихся при их рубке с бобин.

9.9 Для производства рубленных фиброволокон применяются комплексные нити номинальной линейной плотностью 54, 120, 240 текс и выше, вырабатываемые на различных видах замасливателей, в зависимости от дальнейшего назначения.

9.10 Фиброволокна не применяются для ликвидации разрушений дорожных покрытий и не способны прекратить процесс разрушения, а могут только скрыть его видимые признаки. Сначала исключают причину разрушения и только затем устраивают шероховатые поверхностные слои с использованием фиброволокон.

9.11 Выбор типа фиброволокна для конкретного применения в асфальтобетонных смесях зависит от ряда факторов. Например, армированные системы со стеклофиброй подходят для дорожных покрытий с низкой или средней интенсивностью движения транспортных средств. При высокой интенсивности движения лучше использовать

углеродные фиброволокна. Интенсивность и скорость движения автомобилей в первые две недели приживаемости покрытия для предотвращения риска отрыва щебня и попадания во встречные автомобили ограничивают до 60 км/ч.

9.12 Не рекомендуется применять фиброволокна, не имеющие адгезию с используемым битумом.

9.13 Рекомендуется применять преднапряженные фиброволокна (например, углеродные), как позволяющие обеспечить однородность механических свойств шероховатого поверхностного слоя дорожного покрытия на всем сроке его службы.

9.14 Особая тщательность достигается при равномерном распушении и распределении фиброволокон в смеси или на дорожном покрытии.

9.15 Применение фиброволокон практически не влияет на технологические характеристики процесса производства асфальтобетонных смесей или компонентов шероховатого поверхностного слоя, поэтому не требуется вносить какие-либо изменения в обычные методы укладки и уплотнения.

10 Дозирование и введение фиброволокон

10.1 Подбор состава асфальтобетонной смеси с фиброволокном заключается в установлении рационального соотношения между компонентами. Типовое рекомендуемое содержание фиброволокон в смеси составляет от 0,05 % до 0,4 % и более по массе смеси. Точная величина расхода фиброволокон устанавливается опытным путем в зависимости от состава минеральной части.

10.2 Рекомендуется увеличивать количество битума: из расчета на одну часть фиброволокон добавляют две части битума. Асфальтобетонную смесь с добавкой фиброволокон приготавливают в асфальтобетонных установках, оборудованных линией их подачи и дозирования.

10.3 Погрешность дозирования компонентов при приготовлении асфальтобетонной смеси не должна превышать, % по массе: для щебня, песка, минерального порошка и битума ± 1 %, для добавок фиброволокон ± 5 %.

10.4 Система дозирования фиброволокон может быть объемной или весовой.

10.5 Загрузка фиброволокон в один прием на полный замес асфальтобетонной смеси не допускается. Введение их в смесь осуществ-

вляют равномерным непрерывным потоком. Постепенное введение осуществляют полумеханизированным способом с использованием вращающихся грохотов, вибросит, а также с помощью пневматических устройств и т. п.

10.6 Технологический процесс приготовления асфальтобетонной смеси с фиброволокном рекомендуется выполнять в следующем порядке:

- пофракционное дозирование горячих минеральных материалов (щебня и песка), холодного минерального порошка, холодных фиброволокон, горячего битума;
- подача минеральных материалов в смеситель;
- подача минерального порошка и фиброволокон (из одного или двух дозаторов);
- «сухое» перемешивание минеральных материалов с минеральным порошком и фиброволокнами (от 15 до 20 с);
- подача битума в смеситель и «мокрое» перемешивание минеральных материалов с битумом (от 20 до 30 с);
- выгрузка готовой смеси в накопительный бункер или кузов автомобиля-самосвала.

10.7 Температуру нагрева минеральных материалов рекомендуется устанавливать от 170 °С до 180 °С, т. е. на 10 °С–20 °С меньше, чем при приготовлении по ГОСТ 9128–2009.

10.8 Рекомендуется использовать следующие способы введения фиброволокон в асфальтобетонную смесь.

- Вдувание предварительно вспушенных фиброволокон в «сухой» замес до введения вяжущего. Длина фиброволокон может быть более 10 мм.
- Вдувание вспушенных фиброволокон в «мокрый» замес.
- Введение фиброволокон через бункер подачи минеральных материалов.

При этом способе используются фиброволокна длиной нарезки от 6 до 10 мм. При большей длине нарезки возникает опасность образования комьев и их сгустков в смеси. Для равномерного распределения фиброволокон в смеси необходимо увеличивать время перемешивания замеса на 10–40 с.

- Введение фиброволокон через систему подачи минерального порошка.

Этот способ применим при содержании минерального порошка более 5 %, а фиброволокна используются длиной нарезки от 6 до 10 мм. На асфальтобетонных заводах, в которых минеральный порошок тех-

нологически объединяется с «пылью уноса» для использования в составе смеси, этот способ не применяется.

10.9 При приготовлении асфальтобетонных смесей с фиброволокнами в зависимости от способа внесения рекомендуемое время перемешивания составляет:

- при вдувании вдушенных фиброволокон в «сухой» замес:
 - «сухое» смешивание при вдувании вдушенных фиброволокон 40 с,
 - «мокрое» перемешивание 45 с;
- при вдувании вдушенных фиброволокон в «мокрый» замес:
 - «сухое» смешивание 15 с,
 - «мокрое» перемешивание 75 с (включая внесение битума 15 с),
 - вдувание фиброволокна 40 с,
 - перемешивание 20 с.

Время перемешивания компонентов асфальтобетонной смеси необходимо уточнять при выпуске пробных замесов.

10.10 В схеме автоматического дозирования фиброволокон рекомендуется последовательно располагать емкость для их хранения с заслонкой (клапаном), весы, емкость для дозирования с датчиком наполнения и заслонкой (клапаном), емкость для вдушивания фиброволокон с вентилями и манометрами для регулирования скорости воздушного потока и устройством вдушивания. В емкости для вдушивания фиброволокон рекомендуется предусмотреть отверстие как для их ручного внесения, так и для необходимых добавок.

11 Контроль качества при устройстве поверхностной обработки и тонких слоев износа с применением различных видов фиброволокон

11.1 Контроль качества работ по устройству шероховатых поверхностных слоев с использованием фиброволокон должен соответствовать настоящим методическим рекомендациям, рекомендациям [8] и заключаться в систематической проверке качества применяемых дорожно-строительных материалов, соблюдении технологий приготовления смесей, введения фиброволокон и производства работ.

11.2 В процессе производства работ по устройству шероховатых поверхностных слоев с использованием фиброволокон осуществляется операционный контроль процессов приготовления и укладки материалов в поверхностный слой.

11.3 При устройстве шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон контролируемые параметры, частота их

определения и допустимые отклонения от нормативных значений регламентируются положениями рекомендаций [7].

11.4 После уплотнения покрытия осуществляется операционный контроль параметров шероховатости не менее чем в трех местах (по выбору производителя работ) на участке протяженностью 100 пог. м (25–30 определений на 1 км). По методике, приведенной в приложении А, определяются параметры макрошероховатости поверхности покрытия на соответствие проектным.

11.5 В процессе устройства шероховатых поверхностных слоев особое значение рекомендуется уделять тщательности сопряжения технологических швов и однородности структуры макрошероховатости поверхности покрытия. Рекомендуется предупреждать появление пятен переизбытка вяжущего, «тощих» обедненных участков и пропусков в устроенном слое.

11.6 На этапе ухода за устроенным слоем определяется степень приживаемости элементов шероховатых поверхностных слоев к поверхности обрабатываемого слоя, которую по площади рекомендуется доводить до 100 %, а по объему материала – до 95 %. Контролируются проходы грузовых автомобилей и их скорость в течение первых 3–4 сут после устройства шероховатого поверхностного слоя.

11.7 Приемочный контроль качества шероховатых поверхностных слоев осуществляется методом, изложенным в рекомендациях [8], после завершения их формирования через 14 сут. Определение и расчет параметров макрошероховатости осуществляется согласно приложению А.

Разрешается осуществлять приемку отдельными участками, расположение и протяжение которых устанавливается заказчиком по согласованию со строительной организацией.

11.8 Согласно рекомендациям [8] при приемке шероховатых поверхностных слоев в эксплуатацию оценивают коэффициент сцепления (ГОСТ 30413–96) базовым прибором ПКРС-2 или другими приборами, показания которых коррелируются с базовым прибором. Значения измеренного коэффициента сцепления должны быть не ниже значений, указанных в проекте.

11.9 Согласно рекомендациям [8] при приемке объекта в эксплуатацию допускается косвенно оценивать шероховатость методом «песчаного пятна». При приемке выполненных работ значения средней глубины впадин шероховатости в зависимости от коэффициента сцепления должны соответствовать требованиям, представленным в таблице 14.

Таблица 14 – Контролируемые значения средней глубины впадин шероховатости в зависимости от коэффициента сцепления

Коэффициент сцепления	Минимальное значение средней глубины впадин шероховатости по методу «песчаного пятна», мм
От 0,28 до 0,30	1,0
0,35	1,8

11.10 Для определения параметров шероховатости могут использоваться другие методы и приборы или прямые измерения в соответствии с разделом 12 настоящего методического документа и приложением А.

11.11 Оценка качества шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон осуществляется путем сопоставления проектных и измеренных параметров шероховатости. Приемка работ производится при соответствии параметров шероховатости и коэффициента сцепления проекту.

11.12 Оценку качества шероховатых поверхностных слоев выполняют в период сдачи вновь построенных автомобильных дорог и после проведения ремонтных работ в процессе их эксплуатации. На эксплуатируемых дорогах не реже одного раза в три года оценивают изменения параметров шероховатости и коэффициента сцепления во времени с целью своевременного установления запредельного уровня (см. таблицу 1), по достижении которого необходимы срочные мероприятия по восстановлению шероховатости дорожного покрытия.

11.13 На эксплуатируемых автомобильных дорогах на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий контроль шероховатости и коэффициента сцепления следует производить более часто.

11.14 В каждом автомобиле-самосвале с асфальтобетонной смесью, прибывающем к месту производства работ, контролируют температуру смеси. Толщину укладываемого слоя проверяют шупом с делениями, а величину продольного и поперечного уклонов и ровность покрытия – шаблоном.

12 Средства контроля качества

12.1 При контроле качества шероховатости поверхностных слоев рекомендуется использовать игломеры с отрисовкой и последующей оцифровкой и статистическим анализом макрошероховатости.

12.2 При использовании метода «песчаного пятна» применяется мерный стакан с песком и линейка длиной до 30 см.

12.3 Коэффициент сцепления колеса автомобиля оценивают базовым прибором ПКРС-2 или другими приборами, показания которых коррелируются с базовым прибором. Значения измеренного коэффициента сцепления должны быть не ниже значений, указанных в проекте.

12.4 В качестве программы статистической обработки макрошероховатости рекомендуется применять программу «Шероховатость 2008».

12.5 Оценка качества спроектированных шероховатых поверхностных слоев на этапе лабораторных испытаний определяют методом Виалита.

12.6 Для контроля параметров и равномерности распределения фиброволокон рекомендуется применять цифровой микроскоп с видеокамерой с увеличением 200х (250х). Его технические характеристики:

- операционная система: Windows XP / Vista / Windows 7 и Mac OS;
- PC-интерфейс: USB 2.0. Размер матрицы: не менее 2,0 МПикс;
- разрешение: 1600×1200, 1280×960, 640×480;
- цвет: YUV или 24-bit RGB;
- объектив: двойная линза Axis 27X & 100X;
- диапазон фокусировки: от 8 до 5300 мм;
- увеличение: от 10х до 200х (250х);
- баланс белого: автоматический;
- выдержка: автоматическая;
- источник света: восемь регулируемых светодиодов;
- питание: 5V DV через USB-порт;
- размер: 120 мм×36 мм;
- длина USB-кабеля: не более 2 м.

12.7 В комплектацию должны входить USB-микроскоп, стойка, калибровочная шкала, прозрачные насадки. По результатам цифровой съемки и калибровки визуально определяется равномерность (неравномерность) распределения фиброволокон путем выделения участков снимка с разной плотностью распределения фиброволокон.

13 Рекомендуемый перечень и требования к оборудованию, технология устройства шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон

13.1 Машину для одновременного распределения щебня и битума с фиброволокнами рекомендуется оснащать двуспиральным распределителем подачи щебня к бункеру. Специальное оборудование для перемешивания устраняет такие проблемы, как расслоение смеси и т. д. Машина проводит распределение щебня без подъема бункера, имеет электрическую систему управления, которая может автоматически контролировать длину распределения щебня с размером зерен от 3 до 30 мм.

13.2 Рекомендуемые типовые характеристики машины для одновременного распределения щебня и битума с фиброволокном даны в таблице 15.

Таблица 15 – Рекомендуемые типовые технические характеристики машины для одновременного распределения щебня и битума с фиброволокном

Технические характеристики	Единица измерения	Показатели
1	2	3
Габаритные размеры	мм	12000 × 2490 × 3800
Вместимость бункера для заполнителя	м ³	11
Вместимость цистерны	м ³	6
Количество осей	шт.	4
Номинальная мощность двигателя	кВт / об.мин.	249 / 2200
Максимальная скорость движения	км/ч	78
Масса	кг	31000
Номинальная нагрузка	кг	10450
Рабочая скорость	км/ч	От 3,3 до 4,0
Максимальная производительность битумного насоса	л/мин	572
Объем распределения битума	л/м ²	От 0,5 до 3,0
Минимальный дорожный просвет	мм	От 280 до 530
Максимальная ширина распределения фиброволокна	мм	3500
Объем распределения фиброволокна	г/м ²	От 30 до 200

Окончание таблицы 15

1	2	3
Ширина распределения битума с фиброволокном	м	От 0,1 до 3,6
Плотность распределения битума с фиброволокном	л/м ²	2,8
Количество сопел распределения битума с фиброволокном	шт.	72
Длина измельченных волокон	мм	30, 60 или 120
Объемная плотность распределения фиброволокна	г/м ²	От 30 до 200

13.3 В этой машине используется технология одновременно го распределения щебня и битума с фиброволокном. Измельченные фиброволокна, распределяясь равномерно, образуют неравномерную сетчатую структуру, которая значительно увеличивает прочность битумного связующего слоя покрытия при устройстве шероховатой поверхностной обработки.

13.4 Узел распределения фиброволокон располагается в середине узла распределения битума с фиброволокном. Каждый узел распределения битума оснащают 36 устройствами измельчения волокна, пространство между которыми составляет 100 мм. Питание системы обеспечивают гидравлической системой. Измельчитель (распылитель) фиброволокон оснащают пневматическим устройством предотвращения обратного потока в соплах.

13.5 Длина измельченных фиброволокон может быть 30, 60 или 120 мм. Наилучший эффект распределения обеспечивается при длине фиброволокна 60 мм.

13.6 Выключатель оснащают датчиком контроля фиброволокон так, чтобы рулоны подачи фиброволокон автоматически отключались при возникновении сбоев в его подаче. Система распределения смеси включает два узла распыления (36 сопел распыления битума, пространство между которыми составляет 100 мм). Объемная плотность распыления регулируется в диапазоне от 1 до 2,8 кг/м². Предусматривают систему нагрева циркулирующего масла, обеспечивающую нагревание битума до требуемой температуры.

13.7 Гидравлическая система автоматического распределения материалов управляется от компьютера и отвечает за перемещение узла распределения вверх, вниз или вбок, а также за его включение/

выключение. Узлы распределения материалов складываются и регулируются по высоте положения. Компьютер предназначен для непрерывного контроля объема распыления смеси в соответствии с производственными требованиями.

14 Гарантийный срок

Гарантийный срок для шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон составляет три года. Имеется в виду обеспечение равномерности, однородности и качества слоев в течение гарантийного срока.

15 Охрана труда и техника безопасности

15.1 Безопасные методы ведения работ при устройстве шероховатых поверхностных слоев регламентируются ГОСТ 12.0.004–2015 [18, 19].

15.2 Применяемые материалы должны отвечать требованиям соответствующих нормативных документов, в том числе ГОСТ 30108–94, в части безопасности их применения и требованиям к значениям суммарной эффективной активности естественных радионуклидов $A_{эфф}$: при строительстве и ремонте автомобильных дорог в пределах населенных пунктов и зон перспективной застройки не более 740 Бк/кг, при строительстве и ремонте автомобильных дорог вне населенных пунктов – до 1500 Бк/кг.

Приложение А (рекомендуемое)

Методика определения параметров макросероховатости поверхностных слоев

А.1 Измеряемые параметры макросероховатости поверхностных слоев назначают согласно ГОСТ 2789–73 и рекомендациям [8] (см. рисунок 1).

А.2 Определение параметров шероховатости осуществляется по профилограмме, полученной с помощью игольчатого профиломера (см. рисунок 1) или его аналога. В случае отсутствия приборов разрешается применять в качестве базы метровый элемент дорожной линейки и штангенциркуль с выдвинутым щупом с дискретностью измерения по базовой длине 2 мм.

Также возможно использование первичного измерительного преобразователя в виде двухкоординатного лазерного датчика «мышь» компьютера по схеме измерения, когда контактирующий первичный преобразователь перемещается по огибающей по вертикальному сечению измеряемого шероховатого поверхностного слоя, а лазерный датчик взаимодействует с вертикально установленной плоской шероховатой поверхностью. Путь первичного преобразователя очерчивается на экране портативного компьютера и оцифровывается. Определяются параметры макросероховатости.

По вершинам выступов параллельно проводится линия на расстоянии, равном 3 мм, ниже предполагаемого заглублиния колеса автомобиля в поверхность. Отмечаются точки выступов и впадин профиля, частные параметры шероховатости, которые заносятся в форму таблицы Б.1 приложения Б.

А.3 Производится расчет параметров макросероховатости поверхностных слоев.

А.4 Средняя глубина впадин макросероховатости (раздельно вдоль и поперек) определяется по формуле

$$R_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\ell}} R_{\text{ai}}}{n_{\ell}}, \quad (\text{A.1})$$

где i – номер впадины;

R_{ai} – частная глубина впадины макросероховатости, мм;

n_{ℓ} – количество местных выступов макросероховатости, шт.

А.5 Средний шаг местных выступов макросероховатости поверхностных слоев (средний шаг шероховатости) определяется как среднее значение шага местных выступов в пределах базовой длины по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{\ell}} S_i}{n_{\ell}}, \quad (\text{A.2})$$

ОДМ 218.3.054–2015

где S_{cp} – средний шаг местных выступов макрошероховатости, мм;

S_i – шаг местных выступов макрошероховатости, мм.

А.6 Средний шаг контактов колеса автомобиля с поверхностью покрытия определяется по формуле

$$d_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n_k} d_i}{n_k}, \quad (A.3)$$

где d_{cp} – средний шаг контактов колеса автомобиля с поверхностью покрытия, мм;

d_i – шаг контакта колеса автомобиля с поверхностью покрытия, мм;

n_k – количество контактов местных выступов макрошероховатости с колесом автомобиля, шт.

А.7 Средняя высота выступов P , мм, макрошероховатых поверхностных слоев определяется как среднее из высот выступов P_i , мм; средняя величина разброса выступов F , мм, определяется как среднее квадратическое отклонение (или дисперсия) между разницей высот активных зерен щебня.

А.8 Относительная плотность контактов элементов макрошероховатости с колесом автомобиля (плотность контактов) определяется по формуле

$$N_k = \frac{d_{cp}}{S_{cp}}, \quad (A.4)$$

где N_k – относительная плотность контактов элементов макрошероховатости с колесом автомобиля.

Считается, что если $N_k > 2$ – контактирование очень плотное; $N_k > 1$ – плотное; $N_k < 1$ – разряженное; $N_k < 0,5$ – редкое; $N_k < 0,25$ – очень редкое.

А.9 Степень плотности шероховатости характеризуется отношением среднего диаметра элементов макрошероховатости к среднему шагу шероховатости на площади контакта колеса транспортного средства с поверхностью покрытия и рассчитывается по формуле

$$\rho = \frac{Q_{cp}}{S_{cp}}, \quad (A.5)$$

где ρ – степень плотности шероховатости;

Q_{cp} – средний диаметр элементов макрошероховатости, мм;

S_{cp} – средний шаг шероховатости, мм.

По степени плотности структуры шероховатости поверхности подразделяются на группы, приведенные в таблице А.1.

Таблица А.1 – Классификация поверхностей в зависимости от степени плотности структуры шероховатости

Плотность структуры шероховатости	Средняя плотность шероховатости
1	2
Плотная	От 0,8 до 1,0

Окончание таблицы А.1

1	2
Разряженная	От 0,6 до 0,8
Редкая	От 0,4 до 0,6
Очень редкая	От 0,2 до 0,4
Бесструктурная	Менее 0,2

А.10 Активность поверхности элементов шероховатости характеризует адгезионную активность материала макрошероховатых элементов и структуры микрошероховатости (величину микровыступов и микропор) на поверхности макрошероховатых элементов.

Активность поверхности элементов шероховатости оценивается в баллах согласно таблице А.2.

Т а б л и ц а А.2 – Характеристика активности поверхности элементов макрошероховатости

Активность поверхности элементов макрошероховатости	Балл активности поверхности	Характеристика микрошероховатости элементов макрошероховатости	Группа горных пород по генезису
1	2	3	4
Чрезвычайно активная	5	Крупнокристаллическая структура с острогранными выступами высотой более 3 мм (1 выступ на базе 5 мм)	Граниты, сиениты, диориты
Очень активная	4	Крупно- и среднекристаллическая структура с тупогранными выступами высотой от 1 до 3 мм (1–2 выступа на расстоянии 5 мм)	Граниты, сиениты, диориты, кристаллические сланцы
Активная	3	Средне- и мелкокристаллическая структура с выступами высотой от 0,5 до 1 мм (2–3 выступа на расстоянии 5 мм)	Граниты, базальты, песчаники, известняки

Окончание таблицы А.2

1	2	3	4
Малоактивная	2	Мелко- и скрыто-кристаллическая структура с выступами высотой менее 0,5 мм (3–4 выступа на расстоянии 5 мм)	Песчаники, известняки, кварциты
Неактивная	1	Скрытокристаллическая плотная структура с гладкой или шероховатой поверхностью	Песчаники, известняки, кварциты, липариты, андезиты, базальты

А.11 Коэффициент развития профиля шероховатости характеризует степень его изломанности, численно равен отношению длины линии профиля в пределах базовой длины к базовой длине и рассчитывается по формуле

$$K_p = \frac{L_{пр}}{\ell}, \quad (A.6)$$

где K_p – коэффициент развития профиля шероховатости;

$L_{пр}$ – длина линии профиля, мм;

ℓ – базовая длина профиля шероховатости, мм.

Чем больше численное значение принимает коэффициент K_p , тем более шероховатой считается поверхность покрытия. Для гладких покрытий $K_p = 1$.

А.12 Аналогично методическому обеспечению ГОСТ 2789–73 предлагается использовать способ оценки среднего квадратического отклонения разновысотности и разноглубинности макрошероховатости через показания десяти измерений активных выступов и десяти впадин на основе формул

$$\bar{x}_\sigma = \frac{\sum_{i=1}^5 x_{\text{верх}} - \sum_{i=1}^5 x_{\text{нижн}}}{5}, \quad \bar{z}_\sigma = \frac{\sum_{i=1}^5 z_{\text{верх}} - \sum_{i=1}^5 z_{\text{нижн}}}{5}, \quad (A.7)$$

где \bar{x}_σ , \bar{z}_σ – оценка среднего квадратического отклонения разновысотности соответственно активных выступов и разноглубинности впадин, мм;

$x_{\text{верх}}$, $x_{\text{нижн}}$ – результаты измерений пяти верхних и пяти нижних выступов, мм;

$z_{\text{верх}}$, $z_{\text{нижн}}$ – результаты измерений пяти верхних и пяти нижних глубин впадин, мм.

А.13 Предлагается использование числа знакочередований выступов или впадин макрошероховатости относительно их средних линий (как оценки

их автокорреляции). Учет информации о знакочередовании позволяет оценить декорреляцию – достижение требуемого качества геометрии шероховатой поверхности.

А.14 Оценка статистических параметров декоррелированности производится следующим образом. В значении показателя количества предлагается количество знакочередований. Этот показатель является физическим смыслом и оценкой коэффициента корреляции соседних отклонений выходного параметра качества и показывает степень декоррелированности как степени выработки возможных ресурсов повышения качества. Выборка представляет собой последовательность бинарных событий X^* вида -1 или $+1$. Учет информации о знакочередовании высот активных выступов позволяет для декоррелированной выборки определять площадки сцепления, а для коррелированной – площадки скольжения и переходные состояния. Могут быть использованы обобщенные выражения для количества знакочередований для объемов 3–5 результатов последних измерений текущей выборки

$$S_{n-1} = -0,5 + \frac{N}{2} - 0,5 \cdot \sum_{i=n-(N-1)}^{n-1} \text{sign}X_i^* \cdot \text{sign}X_{i-1}^*, \quad 3 \leq N \leq 5, \quad (\text{A.8})$$

где N – объем скользящей выборки;

S_{n-1} – количество знакочередований в скользящей выборке;

n – внутренний параметр суммирования.

А.15 С учетом того что значения высот выступов и глубин впадин есть числовые ряды, синтезированы обобщенные формулы для расчета числа знакочередований

$$z_i = \prod_{i=1}^{n-1} \text{sign}(x_i - u) \text{sign}(x_{i+1} - u), \quad f_i = \frac{z_i + 1}{2}, \quad y_j = L - \sum_{i=j}^{j+1} f_i, \quad (\text{A.9})$$

где u – среднее значение уровней макрошероховатости, мм;

x_i – дискретное значение высоты выступа или глубины впадины, мм;

z_i, f_i – служебные параметры;

y_j – количество знакочередований;

L – объем текущей выборки.

А.16 Результаты измерений параметров макрошероховатости на участке производства работ обрабатываются статистически. По полученным значениям оценивается качество шероховатого слоя путем сравнения среднего значения измеренных параметров с проектными.

А.17 Для автоматизации измерения и расчета геометрических параметров макрошероховатости рекомендуется использовать автоматизированный программный модуль «Шероховатость 2008».

А.18 Используя величины параметров макрошероховатости поверхностных слоев с применением фиброволокон, возможно устанавливать характеристики транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги, динамику их изменения в процессе эксплуатации дорожного покрытия

в зависимости от типа покрытия, вида используемого материала, технологии устройства и эксплуатации, погодно-климатических факторов, интенсивности и состава движения транспортных средств. Анализируя динамику изменения параметров макрошероховатости в процессе эксплуатации покрытия, можно устанавливать характеристики износа и долговечности поверхностного слоя, межремонтные сроки и эффективность применения фиброволокон.

А.19 Для оценки типа макрошероховатости дорожных покрытий в практических целях в процессе строительства или эксплуатации автомобильных дорог достаточно определять следующие основные характеристики макрошероховатых структур: среднюю глубину впадин (высоту выступов); средний шаг макрошероховатости; плотность контактов; дисперсию разновысотности активных выступов, отвечающую за изменение коэффициента сцепления, дисперсию разноглубинности впадин, отвечающую за водоотведение. При проектировании шероховатых поверхностных слоев с применением фиброволокон необходимо учитывать их зависимость от проектируемых интенсивности и состава движения автомобилей с учетом обеспечения требуемых значений коэффициента сцепления.

А.20 Рекомендуется использование инструментальных средств измерения параметров макрошероховатости. С помощью портативного профиломера определяют среднюю глубину впадин, шаг и средний диаметр элементов макрошероховатости.

С помощью отпечатка структуры макрошероховатости в зоне контакта колеса транспортного средства определяют средний диаметр элементов активной макрошероховатости и активность контакта ее элементов с колесом.

А.21 Контроль указанных параметров, в частности разброса (среднего квадратического отклонения) высот зерен щебня, в процессе эксплуатации дорожного покрытия позволяет оценить динамику износа шероховатых поверхностных слоев и установить сроки возобновления требуемой макрошероховатости.

А.22 Используя величины параметров макрошероховатости дорожных покрытий, устанавливают характеристики транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги, динамику их изменения в процессе эксплуатации в зависимости от типа покрытия, вида используемого материала, технологии устройства и эксплуатации, погодно-климатических факторов, интенсивности и состава движения транспортных средств. Анализируя динамику изменения параметров макрошероховатости в процессе эксплуатации дорожного покрытия, устанавливают характеристики износа и долговечности шероховатого поверхностного слоя и межремонтные сроки.

А.23 Обладая определенными техническими и транспортно-эксплуатационными свойствами и характеристиками, поверхность дорожного покрытия непосредственно влияет на потребительские качества автомобильной дороги: скорость, комфортность, грузоподъемность автомобиля, экономичность, безопасность и интенсивность движения транспортных средств в процессе всего периода эксплуатации.

Приложение Б
Журнал частных параметров макрошероховатости
поверхности покрытия по данным профилограмм

Таблица Б.1 – Журнал частных параметров макрошероховатости поверхности покрытия по данным профилограмм на автомобильной дороге

Местоположение дороги (км, ПК +), полоса движения (вдоль или поперек)	Глубина впадин R_{av} , мм	Шаг		Количество местных выступов $n \ell^2$, шт.	Средняя высота выступов макрошероховатости R , мм	Средняя величина разброса выступов F , мм	Количество контактов местных выступов макрошероховатости с колесом автомобиля n_k , шт.	Относительная плотность контактов элементов макрошероховатости с колесом автомобиля N_k
		местных выступов макрошероховатости S_f , мм	контакта колеса автомобиля с поверхностью покрытия d_f , мм					
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	$\sum_{i=1}^n R_{\text{ад}}$	$\sum_{i=1}^n S_{\text{и}}$	$\sum_{i=1}^n d_{\text{срп}}$		$\sum_{i=1}^n P_{\text{и}}$			

Библиография

- [1] ТР 103–00 Технические рекомендации по устройству дорожных конструкций с применением асфальтобетона
- [2] Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (взамен ВСН 24–88), 2004
- [3] ВСН 38–90 Технические указания по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью
- [4] СТО НОСТРОЙ 2.25.48–2011 Автомобильные дороги. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 2. Устройство защитных слоев и слоев износа. Раздел 1. Устройство шероховатого покрытия с использованием горячей асфальтобетонной смеси
- [5] СТО НОСТРОЙ 2.25.48–2011 Автомобильные дороги. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 2. Устройство защитных слоев и слоев износа. Раздел 2. Устройство поверхностной обработки последовательным и синхронным распределением вяжущего и щебня
- [6] СТО НОСТРОЙ 2.25.48–2011 Автомобильные дороги. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 2. Устройство защитных слоев и слоев износа. Раздел 3. Устройство защитного слоя и слоя износа. Использование литой эмульсионно-минеральной смеси типа «Сларри Сил»
- [7] Методические рекомендации по технологии армирования асфальтобетонных покрытий добавками базальтовых волокон (фиброй) при строительстве и ремонте автомобильных дорог, 2002
- [8] Рекомендации по устройству дорожных покрытий с шероховатой поверхностью, 2004

- [9] Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА), 2002
- [10] Руководство по применению комплексных органических вяжущих (КОВ), в том числе ПБВ, на основе блоксополимеров типа СБС в дорожном строительстве, 2003
- [11] Методические рекомендации по применению полимерно-битумного вяжущего (на основе ДСТ) при строительстве дорожных, мостовых и аэродромных асфальтобетонных покрытий, 1988
- [12] Пособие по устройству поверхностных обработок на автомобильных дорогах (к СНиП 3.06.03–85), 1990
- [13] Методические рекомендации по устройству одиночной шероховатой поверхностной обработки техникой с синхронным распределением битума и щебня, 2001
- [14] ОДМ 218.3.013–2011 Методические рекомендации по применению битумных эмульсий при устройстве защитных слоев износа из литых эмульсионно-минеральных смесей
- [15] Пособие по приготовлению и применению битумных дорожных эмульсий (к СНиП 3.06.03–85), 1989
- [16] Рекомендации по выявлению и устранению колея на жестких дорожных одеждах, 2002
- [17] Методические рекомендации по устройству защитного слоя износа из литых эмульсионно-минеральных смесей типа «Сларри Сил», 2001
- [18] Рекомендации по применению макрошероховатых слоев дорожного покрытия на основе открытых битумо-минеральных смесей, 2004
- [19] СНиП 12–04–2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

ОКС 93.040

Ключевые слова: автомобильные дороги, слой износа, шероховатые поверхностные обработки, фибра, фиброволокно, технологии, содержание, контроль качества

Руководитель организации-разработчика
ООО «ДорТехИнвест»

Генеральный директор _____ А.А. Струков

Редактор *М.Н. Захарова*
Корректор *О.П. Вьюнова*
Компьютерная верстка *Е.Н. Мурохина*
Компьютерная графика *Т.Б. Рябинкина*

Подписано в печать 17.04.2018 г. Формат бумаги 60x84 1/16.
Уч.-изд. л. 3,6. Печ. л. 4,0. Тираж 300.

Адрес ФГБУ «ИНФОРМАВТОДОР»:
129085, г. Москва, Звёздный бульвар, д. 21, стр. 1
Тел.: +7 (495) 747-91-00, 747-91-05
E-mail: sif@infad.ru
Сайт: информавтодор.рф