ОДМ 218.2.023–2012

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РЕМОНТА ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)

Москва 2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Московским автомобильно-дорожным государственным техническим университетом (МАДИ).

Коллектив авторов: д-р техн. наук В.П. Носов, канд. техн. наук В.В. Силкин, канд. техн. наук А.А. Фотиади, инж. Н.А. Никитин, инж. О.В. Иванова, при участии инж. М.В. Лединой (ООО «БАСФ – Строительные системы»).

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

3 ИЗДАН на основании распоряжения Федерального дорожного агентства от 26.02.2013 № 232-р.

4 ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 4
4 Краткое описание и классификация повреждений, подлежащих ремонту 6
5 Основные материалы, применяемые для устранения повреждений 15
6 Основные технологические мероприятия при ремонте цементобетонных покрытий 18
7 Рекомендуемые требования к свойствам защитных материалов 46
8 Контроль качества при производстве ремонтных работ 50
9 Рекомендуемые требования техники безопасности при производстве ремонтных работ 54
Библиография 54

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Рекомендации по применению быстротвердеющих материалов для ремонта цементобетонных покрытий

1 Область применения

1.1 Настоящий отраслевой дорожный методический документ (далее – методический документ) устанавливает рекомендации по применению быстротвердеющих материалов при ремонте, защите и восстановлении цементобетонных покрытий автомобильных дорог и искусственных сооружений. К настоящему времени наибольшее распространение получили ремонтные растворы и бетоны на цементной основе. По этой причине в составе данного методического документа не рассмотрено применение эпоксидных смол и других полимерных вяжущих.

1.2 Положения настоящего методического документа предназначены для органов управления дорожным хозяйством, организаций, осуществляющих работы по проектированию и выполнению ремонта цементобетонных покрытий и искусственных сооружений, а также все виды мониторинга, сопровождения и строительного контроля.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007–76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.011–89 (СТ СЭВ 1086–88) Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация

ГОСТ 12.4.041–2001 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующие. Общие технические требования

ГОСТ 12.4.103–83 (СТ СЭВ 3952–82, СТ СЭВ 3953–82, СТ СЭВ 3402–81) Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук. Классификация

ГОСТ 12.4.153–85 Система стандартов безопасности труда. Очки защитные. Номенклатура показателей качества

ГОСТ 310.4–81 Цементы. Методы определения прочности при изгибе и сжатии

ГОСТ 10060.0–95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования

ГОСТ 10060.2–95 Бетоны. Ускоренные методы определения морозостойкости при многократном замораживании и оттаивании

ГОСТ 10180–90 (СТ СЭВ 3978–83) Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181–2000 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 12730.5–84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 15140–78 Материалы лакокрасочные. Метод определения адгезии

ГОСТ 22690–88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 23732–2011 Вода для бетонов и растворов. Технические условия

ГОСТ 24544–81 Методы определения деформаций усадки и ползучести

ГОСТ 27677–88 (СТ СЭВ 5852–86) Защита от коррозии в строительстве. Бетоны. Общие требования к проведению испытаний

ГОСТ 31189–2003 Смеси сухие строительные. Классификация

ГОСТ 31356–2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний

ГОСТ 31357–2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия

ГОСТ Р 52804–2007 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Методы испытаний

EN 1062–3–2008 Краски и лаки. Материалы и системы покрытий для наружной каменной кладки и бетона. Часть 3. Определение и классификация скорости проникновения воды в жидком состоянии

EN 1062–6–2002 Краски и лаки. Лакокрасочные материалы и системы для наружной кладки и бетона. Часть 6. Определение проницаемости по углекислому газу

EN 1062–7–2004 Краски и лаки. Материалы и системы покрытий для наружной каменной кладки и бетона. Часть 7. Определение свойств перекрытия трещин

EN 1062–11–2002 Краски и лаки. Материалы и системы покрытий для наружной каменной кладки и бетона. Часть 11. Методы кондиционирования перед испытаниями

EN 1504–2–2008 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Определения, требования, контроль качества и оценка соответствию. Часть 2. Системы защиты поверхности бетона

EN 1542–1999 Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Измерение сопротивления отрыву

EN 1766–2000 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Эталонные бетоны для испытаний

EN 1770 – 1998 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение коэффициента теплового расширения

EN 12190–1998 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение прочности при сжатии ремонтных строительных растворов

EN 12617–1–2003 Изделия и системы защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Часть 1. Определение линейной усадки и систем защиты поверхности

EN 13036–4–2011 Характеристики дорожного и аэродромного покрытия. Часть 4. Метод измерения сопротивления поверхности к скольжению/заносу

EN 13501–1–2010 Классификация конструкций и элементов зданий по огнестойкости. Часть 1. Классификация на основании результатов испытаний огнестойкости

EN 13529–2003 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытания. Стойкость к интенсивной химической атаке

EN 13578–2004 Изделия и системы защиты и ремонта бетонной конструкции. Метод испытания. Совместимость влажного бетона

EN 13579–2002 Изделия и системы защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытания. Испытание на просушивание гидрофобных пропиток

EN 13580– 2002 Изделия и системы защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытания. Водопоглощение и стойкость к щелочи гидрофобных пропиток

EN 13581–2002 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение потери массы гидрофобно-пропитанного бетона после напряжения, возникающего при замораживании и оттаивании с применением соли

EN 13687–1–2002 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение тепловой совместимости. Часть 1. Цикл замораживания и оттаивания с погружением в антиобледенительную соль

EN 13687–2–2002 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение тепловой совместимости. Часть 2. Цикличность грозовых ливней (тепловой удар)

EN 13687–3–2002 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение тепловой совместимости. Часть 3. Тепловой цикл без погружения в антиобледенительную соль

EN 13687–5–2002 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение тепловой совместимости. Часть 5. Стойкость к температурному удару

EN 14630–2003 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытания. Определение глубины карбонизации бетона с помощью фенолфталеина

EN ISO 2409–2013 Краски и лаки. Испытание методом решетчатого надреза

EN ISO 2812–1–2007 Лаки и краски. Определение устойчивости к воздействию жидкости. Часть 1. Погружение в жидкости, кроме воды

EN ISO 5470–1–1999 Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение износостойкости. Часть 1. Абразивная машина Тэйбера

EN ISO 6272–1–2001 Краски и лаки. Испытание на ускоренную деформацию (ударная прочность). Часть 1. Испытание методом падающего груза; индентор большой площади

EN ISO 7783–2012 Краски и лаки. Определение коэффициента пропускания водных паров. Метод чашки

3 Термины и определения

В настоящем методическом документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **водонепроницаемость:** Свойство материала не пропускать воду под действием силы тяжести при заданных условиях.

3.2 **водопоглощение при капиллярном подсосе:** Способность цементобетонных образцов, высушенных до постоянной массы, к поглощению воды при атмосферном давлении за счет капиллярных или адсорбционных сил.

3.3 **контактная зона:** Поверхность границы раздела фаз «основание-затвердевший цементобетон».

3.4 **морозостойкость:** Свойство материала в водонасыщенном состоянии выдерживать требуемое число циклов попеременного замораживания и оттаивания при допустимом снижении прочности и потере массы.

3.5 **морозостойкость контактной зоны:** Способность затвердевшего цементобетона сохранять прочность сцепления (адгезию) с основанием при многократном переменном замораживании и оттаивании.

3.6 **паропроницаемость:** Способность цементобетона пропускать пары воды; определяется коэффициентом, показывающим какое количество водяного пара проходит через слой материала толщиной 1 м, площадью 1 м^2 в течение 1 ч при разности давлений на противолежащих сторонах слоя 1 мм вод. ст.

3.7 **подвижность:** Свойство смесей, характеризующее их удобоукладываемость.

3.8 **прочность сцепления с основанием (адгезия):** Механическая характеристика контактной зоны в условиях растяжения при отрыве.

3.9 **смеси, готовые к применению:** Смеси вяжущих, наполнителей, заполнителей, химических добавок, пигментов (при необходимости) и воды, перемешанные до однородной массы и готовые для выполнения строительных работ.

3.10 **совместимость ремонтного материала с ремонтируемым:** Способность одинаково реагировать на внешние воздействия.

3.11 **смеси сухие строительные:** Смеси сухих компонентов, содержащие вяжущие, наполнители, заполнители, модифицирующие добавки и изготовленные в заводских условиях.

3.12 **усадка:** Уменьшение объема цементобетонной смеси при ее твердении в воздушной среде с относительной влажностью менее 100% при высыхании вследствие действия молекулярного и капиллярного давлений, а также снижения толщины пленок связанной воды.

4 Краткое описание и классификация повреждений, подлежащих ремонту

4.1 Покрытия автомобильных дорог постоянно находятся под воздействием большого количества отрицательных факторов. К ним относятся:

- многократно приложенные высокие динамические нагрузки;
- химические антигололедные реагенты;
- нефтепродукты и различные масла;
- атмосферные осадки;
- перепад температур, в том числе циклы замораживания-оттаивания, и многое другое.

Наиболее часто встречающимися повреждениями на цементобетонных покрытиях являются трещины разных видов, разрушение верхнего слоя покрытия в виде шелушения различной глубины, раковины, выбоины, отколы углов и кромок плит, разрушение кромок поперечных швов, уступы в поперечных швах, взбугривание, проломы и просадки плит.

Разрушающие воздействия на цементобетонное покрытие представлены на рисунке 1.

4.1.1 Трещины в цементобетонных плитах

4.1.1.1 Эксплуатация цементобетонного покрытия с трещинами (рисунок 2) может привести к скалыванию кромок трещин с последующим образованием неровностей и продуктов разрушения цементобетона. В дальнейшем возможна его просадка из-за попадания воды в основание.

4.1.1.2 Вероятные причины повреждения цементобетона:

- эксплуатация сверхрасчетными нагрузками;
- появление усталости цементобетона при длительной эксплуатации;
- потеря контакта с основанием;
- дефекты основания (просадки);
- поздняя нарезка швов во время строительства;
- отраженные трещины.

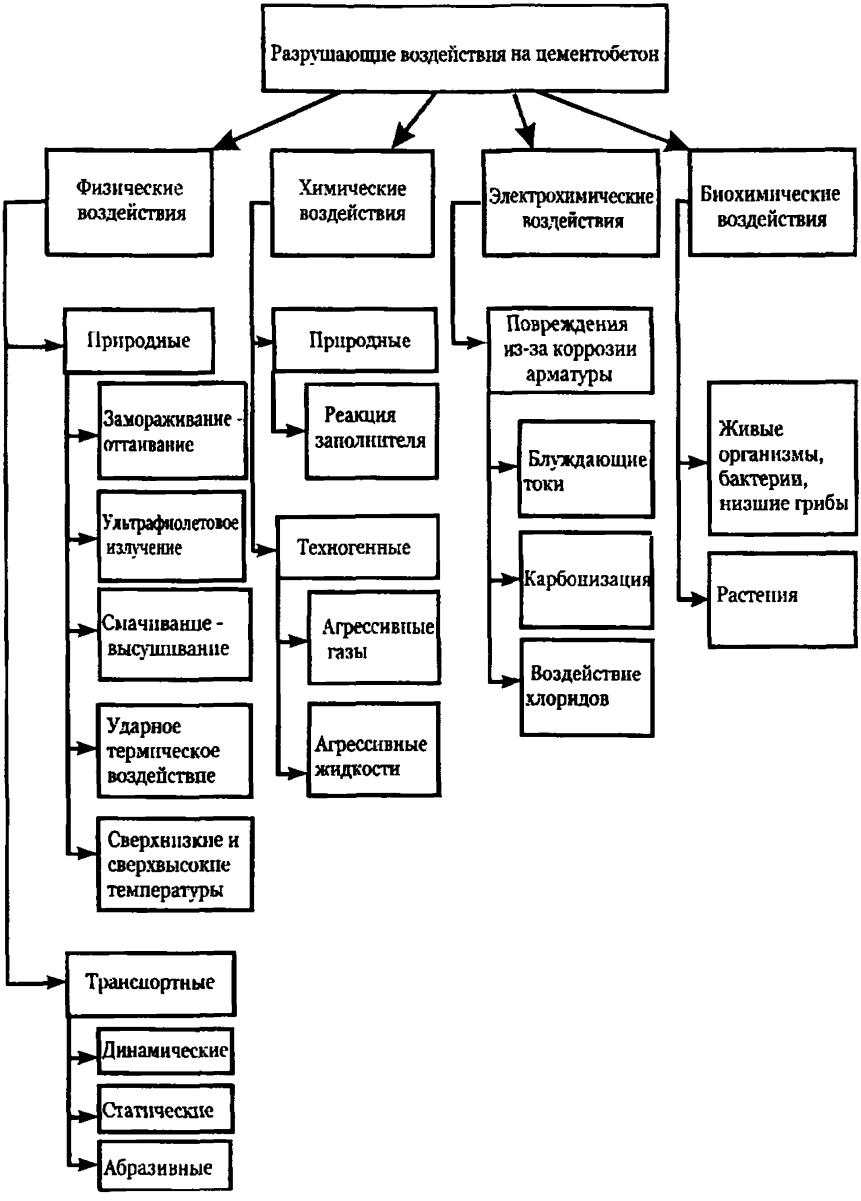
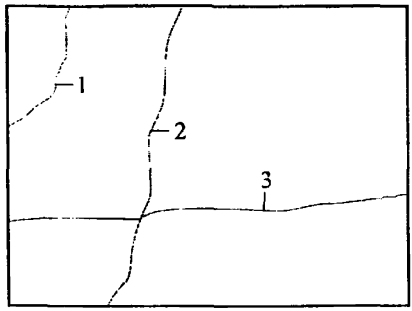


Рисунок 1 – Разрушающие воздействия на цементобетонное покрытие



1 – трещина угловая; 2 – то же, поперечная; 3 – то же, продольная

Рисунок 2 – Схема цементобетонной плиты с трещинами

4.1.1.3 Рекомендации по ремонту цементобетона:

- герметизация трещин с разделкой «под шов» в случае, когда отсутствует неровность в виде уступов;
- замена участка цементобетонной плиты с его усилением с помощью армирования, анкировки и при необходимости укрепления основания (при наличии уступов).

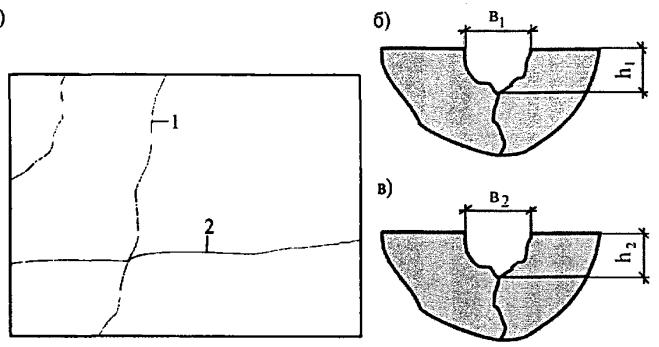
4.1.2 Трещины в цементобетонных плитах со сколотыми кромками

4.1.2.1 Эксплуатация цементобетонного покрытия с трещинами со сколотыми кромками (рисунок 3) приводит к увеличению динамической нагрузки от колес автомобилей вследствие его неровностей. Выкрашивающиеся частицы цементобетона из зон трещин могут представлять опасность для движущихся транспортных средств.

4.1.2.2 Вероятная причина повреждения цементобетона – продолжительная эксплуатация покрытия с трещинами в плитах без их разделки «под шов».

4.1.2.3 Рекомендации по ремонту цементобетона:

- замена разрушающегося цементобетона вдоль трещины (обычно на 10–15 см в обе стороны) на высокопрочный ремонтный состав;
- формирование шва вдоль трещины и его герметизация.

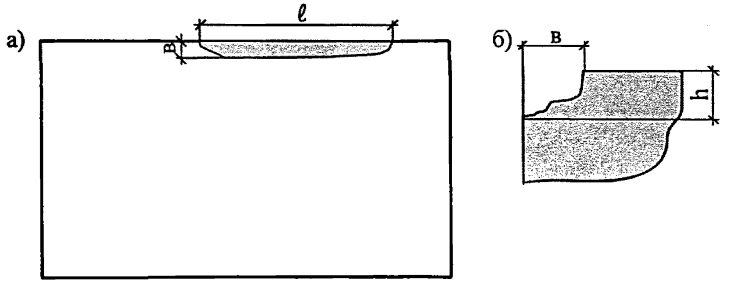


а – трещины в покрытии; б – разрез продольной трещины; в – то же, поперечной трещины; 1 – поперечная трещина; 2 – продольная трещина; $в_1$ и $в_2$ – ширина трещин; h_1 и h_2 – глубина трещин

Рисунок 3 – Схема цементобетонной плиты с трещинами, края которых имеют сколы

4.1.3 Сколы кромок цементобетонных плит

4.1.3.1 Эксплуатация цементобетонного покрытия со сколотыми кромками плит (рисунок 4) приводит к динамическим нагрузкам, которые оказывают дополнительное воздействие как на покрытие, так и на автомобиль. Помимо этого существует опасность попадания продуктов разрушения цементобетона в движущиеся по покрытию транспортные средства.



а – скол в покрытии; б – разрез скола; в, ℓ, h – соответственно ширина, длина и глубина скола

Рисунок 4 – Схема цементобетонной плиты со сколотой кромкой

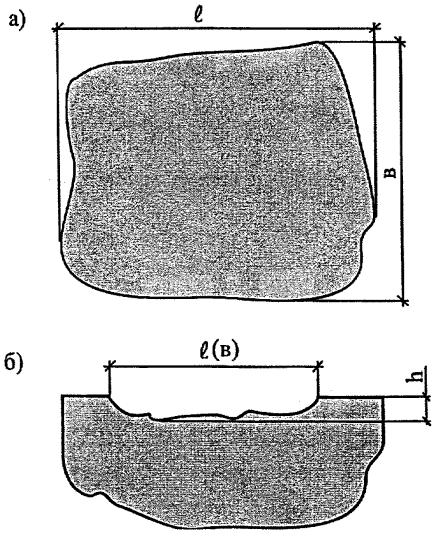
4.1.3.2 Вероятные причины повреждения цементобетона:

- недостаточная морозостойкость цементобетона в районе деформационных швов из-за микроповреждений, возникших при их нарезке;
- движение транспортных средств во время строительства в период набора прочности цементобетоном;
- температурное перенапряжение, вызванное засорением деформационных швов.

4.1.3.3 Рекомендации по ремонту цементобетона – замена разрушенного цементобетона вдоль деформационного шва (на разрушенных участках) обычно на 10 – 15 см в обе стороны с восстановлением герметизации конструкции.

4.1.4 Шелушение цементобетона

4.1.4.1 Опасность при эксплуатации цементобетонного покрытия с участками шелушения (рисунок 5) состоит в появлении на поверхности продуктов разрушения цементобетона, которые могут попадать в движущиеся транспортные средства.



а – шелушение на поверхности; б – разрез поверхности шелушения; в, ℓ, h – соответственно ширина, длина и глубина шелушения

Рисунок 5 – Схема участка цементобетонной плиты с шелушением поверхности

4.1.4.2 Вероятные причины повреждения цементобетона:

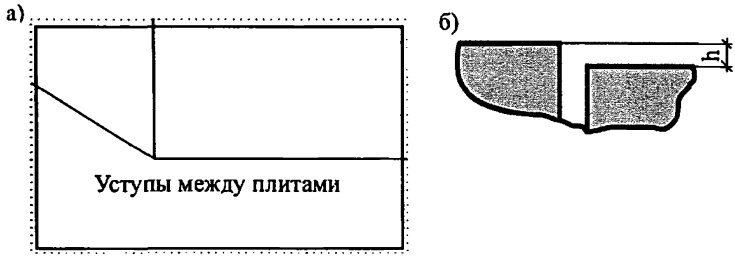
- недостаточная морозостойкость цементобетона из-за нарушений правил ухода за свежеуложенным цементобетоном, а также из-за обильного увлажнения при отделке поверхности в период строительства;
- воздействие отрицательной температуры на свежеуложенный цементобетон.

4.1.4.3 Рекомендации по ремонту цементобетона:

- если глубина шелушения не более 5–10 мм, то для предотвращения дальнейшего повреждения следует укрепить цементобетон с помощью пропитки специальным составом;
- в тех случаях, когда глубина шелушения более 10 мм, необходимо выполнить ремонт с применением специальных материалов.

4.1.5 Уступы между цементобетонными плитами

4.1.5.1 Эксплуатация цементобетонного покрытия с уступами (рисунок 6) приводит к увеличению динамических нагрузок, которые оказывают дополнительное воздействие как на покрытие, так и на автомобиль.



а, б – уступы покрытия; h – высота уступа

Рисунок 6 – Схема цементобетонной плиты с уступами

4.1.5.2 Вероятные причины повреждения цементобетона:

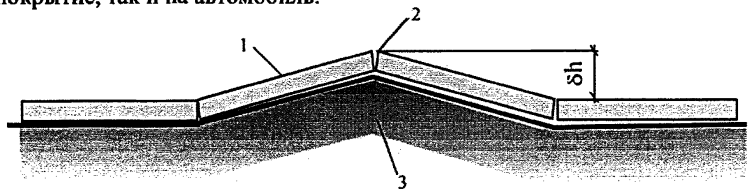
- накопление остаточных деформаций в слоях основания;
- вымывание частиц грунта основания из-за нарушения поперечного уклона проезжей части.

4.1.5.3 Рекомендации по ремонту цементобетона:

- фрезерование поверхности;
- подъем цементобетонных плит с последующим нагнетанием раствора или песка в основание.

4.1.6 Взбугривание цементобетонного покрытия в зимний период (пучение)

4.1.6.1 Эксплуатация цементобетонного покрытия с участками взбугривания (рисунок 7) приводит к увеличению динамических нагрузок, которые оказывают дополнительное воздействие как на покрытие, так и на автомобиль.



1 – поврежденная плита цементобетонного покрытия;
2 – деформационный шов; 3 – отсутствие под плитами покрытия воздушной полости; δh – высота подъема плиты

Рисунок 7 – Схема цементобетонного покрытия

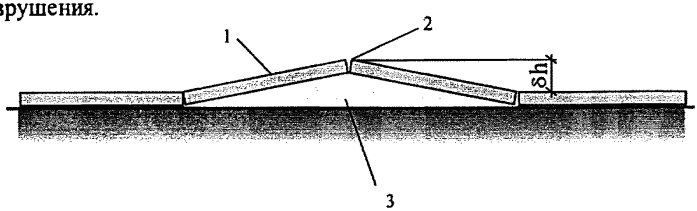
4.1.6.2 Вероятная причина повреждения покрытия – морозное пучение грунта при промерзании.

4.1.6.3 Рекомендации по ремонту:

- подъем цементобетонных плит с последующей их заменой и заменой грунта;
- ремонт элементов дренажной системы.

4.1.7 Взбугривание покрытия в летний период

4.1.7.1 Взбугривание покрытия в летний период (рисунок 8) приводит к нарушению ровности покрытия, образованию сколов цементобетона на кромках плит, появлению на покрытии продуктов его разрушения.



1 – поврежденная плита цементобетонного покрытия;
2 – деформационный шов; 3 – воздушная полость

Рисунок 8 – Схема цементобетонного покрытия

4.1.7.2 Вероятная причина повреждения покрытия –температурное перенапряжение в цементобетонных плитах из-за отсутствия или засорения швов расширения.

4.1.7.3 Рекомендации по ремонту:

- устройство компенсационных швов;
- заделка сколов цементобетона с помощью ремонтного материала;
- замена сильно поврежденных плит (расстояние между трещинами менее 2 м).

4.2 В зависимости от характера, вида и объема повреждений применяются различные ремонтные мероприятия. С учетом европейского стандарта EN 1504 – 2 – 2008 можно выделить мероприятия по устранению повреждений в цементобетоне, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Мероприятия по ремонту повреждений цементобетонных покрытий и способы их выполнения

Номер мероприятия	Наименование ремонтного мероприятия	Способы выполнения ремонтного мероприятия	Примечание
1	2	3	4
Мероприятие 1	Герметизация поверхности цементобетона: защита или предотвращение проникновения агрессивных реагентов, например, воды, других жидкостей, пара, газа, химикатов и биологических воздействий	Пропитка жидкими материалами, которые проникают в цементобетон и блокируют систему пор	Выполняется в соответствии с пунктом 6.1.1
		Устройство защитного покрытия поверхности с заделкой трещин или без нее	Выполняется в соответствии с пунктом 6.1.2
		Локальное заделывание трещин	Выполняется в соответствии с пунктом 6.1.3
		Заполнение трещин	В настоящем методическом документе не рассматривается
		Разделка трещин аналогично швам	То же
		Установка внешних защитных панелей	Для дорожных покрытий не применяется
		Нанесение мембраны	То же

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Мероприятие 2	Защита цементобетона от переувлажнения: регулировка и поддержание содержания влаги в цементобетоне в заданных пределах	Гидрофобная пропитка	Выполняется в соответствии с пунктом 6.2.1
		Нанесение поверхностных слоев	Выполняется в соответствии с пунктом 6.2.2
		Защита укрытием или ремонтной облицовкой	Для дорожных покрытий не применяется
		Электрохимическая обработка	То же
Мероприятие 3	Восстановление цементобетона: как элемента конструкции в первоначально заданную форму для обеспечения ее работоспособности путем замены его частей или фрагментов	Устранение очагов шелушения посредством заделки слоем ремонтного материала	Выполняется в соответствии с пунктом 6.3.1
		Устранение очагов глубокого шелушения путем дополнительного армирования	Выполняется в соответствии с пунктом 6.3.2
		Замена разрушенных участков цементобетонных плит на всю толщину	Выполняется в соответствии с пунктом 6.3.3
		Устранение сколов кромок и углов цементобетонных плит	Выполняется в соответствии с пунктом 6.3.4
		Устранение колейности покрытия	Выполняется в соответствии с пунктом 6.3.5
Мероприятие 4	Конструкционное усиление: повышение или восстановление несущей способности элемента бетонного сооружения с точки зрения нагружения конструкции	Устранение уступов в поперечных швах путем нагнетания ремонтного раствора через пробуренные скважины	Выполняется в соответствии с пунктом 6.4.1
		Устранение взбугривания (зимнего и летнего)	В настоящем методическом документе не рассматривается
Мероприятие 5	Стойкость к физическим воздействиям: повышение стойкости к физическим или механическим воздействиям	Устройство последующего слоя или покрытия	Выполняется в соответствии с пунктами 6.1.2, 6.2.2
		Пропитка	Выполняется в соответствии с пунктом 6.1.1

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
Мероприятие 6	Стойкость к химическим воздействиям: повышение стойкости бетонной поверхности к разрушениям, связанным с химическим воздействием	Устройство последующего слоя или покрытия	Выполняется в соответствии с пунктами 6.1.2, 6.2.2
		Пропитка	Выполняется в соответствии с пунктом 6.1.1

5 Основные материалы, применяемые для устранения повреждений

5.1 Наиболее важной особенностью ремонтных работ, выполняемых на автомобильных дорогах при ремонте цементобетонных покрытий, является необходимость закрывать движение на ремонтируемой полосе, что создает значительные трудности для транспортного потока и накладывает ограничения на период времени, выделяемый для осуществления ремонтных работ. Именно по этой причине наибольшее распространение получили быстротвердеющие материалы, позволяющие производить ремонтные мероприятия в короткие сроки.

5.2 Чтобы обеспечить долговечность отремонтированного покрытия, ремонтные материалы должны быть устойчивыми к воздействию факторов, приведенных в подразделе 4.1. Однако, в первую очередь, они должны быть максимально совместимы с материалом ремонтируемого покрытия, в данном случае с цементобетоном.

5.3 Требование максимальной совместимости основывается на том, что для обеспечения нормативного срока службы отремонтированного покрытия необходимо, чтобы ремонтный материал и покрытие работали как единое целое. Создание единой системы возможно только в случае применения материалов на цементной основе. Этот вывод базируется на том, что для совместной работы ремонтного материала и покрытия необходимо максимальное совпадение их физико-механических характеристик. Материалы с различными характеристиками (такими как модуль упругости, коэффициент линейного температурного расширения и т.д.) в одних и тех же условиях будут работать по-разному. Практика показала, что каким бы прочным и высококачественным не был сам по себе ремонтный материал, при воздействии высоких динамических нагрузок, а также резком перепаде температур из-за

различия физико-механических характеристик довольно быстро происходит отслоение ремонтного материала по контактному слою.

5.4 Еще одним из основных требований, предъявляемых к ремонтным материалам, является паропроницаемость. Соблюдение этого требования гарантирует, что вода, попадающая из подстилающего слоя в покрытие и поднимающаяся вверх за счет капиллярного подсоса, будет испаряться как через поверхность существующего цементобетонного покрытия, так и через поверхность ремонтного материала. В противном случае вода будет накапливаться в зоне контакта и через несколько циклов замораживания-оттаивания произойдет отслоение ремонтного материала, какими бы высокими прочностными и прочими характеристиками он не обладал. Поэтому абсолютно недопустимо применять для ремонта цементобетонных покрытий автомобильных дорог материалы, являющиеся непаропроницаемыми.

5.5 Однако использование цементосодержащих ремонтных материалов также не является гарантией качественного ремонта. Они обязательно должны обладать таким свойством, как безусадочность. Под безусадочностью обычно понимают способность материала сохранять свой первоначальный объем в процессе твердения и под нагрузкой. Известно, что при приготовлении цементобетонных смесей используется различное водоцементное отношение (В/Ц). Смеси с низким В/Ц сложны в укладке и при заполнении ремонтируемой полости образуют пустоты (за счет жесткости смеси). В эти пустоты попадает вода, что приводит в дальнейшем к отслоению ремонтного материала. Материалы с высоким В/Ц (текучие) обладают большой усадкой при твердении и тоже отслаиваются по контактному слою. И только современные ремонтные составы, обладающие безусадочностью в сочетании с высокой пластичностью, максимально заполняют ремонтируемое пространство, не отслаиваясь по контактному слою.

5.6 Наибольшее распространение для ремонта цементобетонных покрытий автомобильных дорог и искусственных сооружений получили гидрофобизирующие жидкости и сухие строительные смеси на основе минеральных вяжущих. Классификация сухих строительных смесей по ГОСТ 31189–2003, применяемых для ремонта цементобетонных покрытий, представлена на рисунке 9.

5.7 В общем виде по основному назначению сухие строительные смеси подразделяют на выравнивающие, облицовочные, напольные, ремонтные, защитные, кладочные, грунтовочные, монтажные, декоративные, гидроизоляционные и теплоизоляционные.

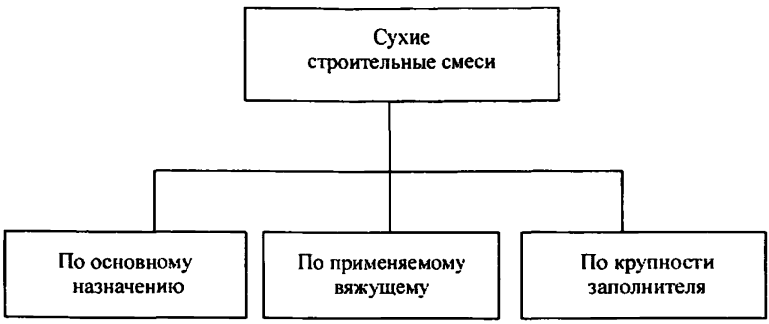


Рисунок 9 – Классификация сухих строительных смесей

5.8 По применяемому вяжущему смеси делятся на цементные, гипсовые, известковые, полимерные, сложные.

5.9 По наибольшей крупности зерен заполнителей сухие строительные смеси подразделяют на бетонные, растворные, дисперсные.

5.10 В соответствии с EN 1504–2–2008 ремонтные материалы для цементобетона делятся на две группы:

- для конструкционного ремонта;
- для неконструкционного ремонта.

Материалы первой группы могут применяться при ремонте плит проезжей части, деформационных швов, тротуарных консолей, балок пролетных строений мостовых сооружений, ригелей, опор, в том числе в зоне переменного уровня воды, т.е. там, где требуется восстановление прочности и несущей способности конструкции.

Вторая группа материалов имеет более низкие прочностные характеристики и предназначена для восстановления защитного слоя цементобетона, устранения мелких дефектов, заделки трещин, т.е. для ликвидации разрушений, не влияющих на несущую способность конструкции.

5.11 Сухие смеси должны соответствовать требованиям ГОСТ 31357–2007 и изготавливаться по технологической документации, утвержденной предприятием-изготовителем.

5.12 Свойства сухих смесей характеризуются показателями качества в сухом состоянии, готовых к применению и затвердевшего цементобетона (рисунок 10).

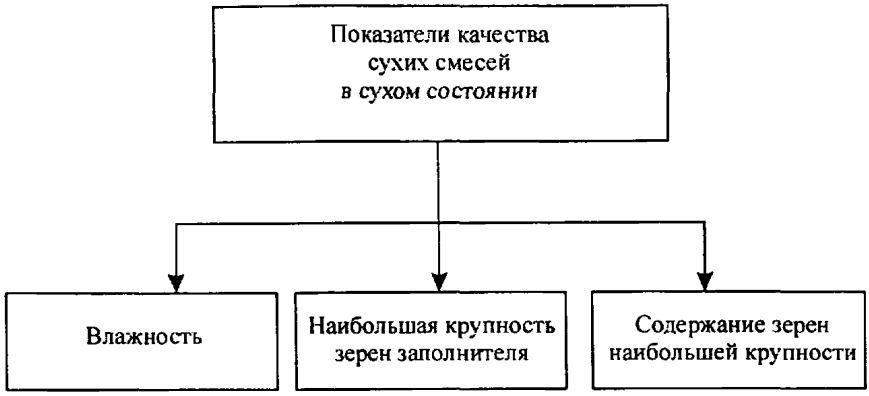


Рисунок 10 – Показатели качества сухих смесей
в сухом состоянии

5.13 Влажность сухих смесей не должна превышать, % по массе:

- 0,2 – для смесей на цементных и смешанных (сложных) вяжущих, содержащих цемента 80% и более по массе смешанного вяжущего;
- 0,3 – для смесей на смешанных (сложных) вяжущих, содержащих цемента менее 80% по массе смешанного вяжущего.

5.14 Наибольшая крупность зерен заполнителя $Д_{наиб}$ должна быть не более 20 мм для цементобетонных смесей.

5.15 Содержание зерен наибольшей крупности в сухих смесях определяют по остатку на сите, соответствующем наибольшей крупности зерен заполнителя $Д_{наиб}$. В сухих смесях этот показатель должен быть не более 5%.

6 Основные технологические мероприятия при ремонте цементобетонных покрытий

6.1 Герметизация поверхности цементобетона – мероприятие 1

Способы выполнения технологического мероприятия:

- пропитка с применением жидких материалов, которые проникают в бетон и блокируют систему пор;
- устройство защитного слоя покрытия с заделкой трещин или без нее;
- локальное заделывание трещин.

6.1.1 Пропитка. Применение жидких материалов, проникающих в цементобетон и блокирующих систему пор

Пропитка – обработка цементобетона для упрочнения его поверхностного слоя (рисунок 11).

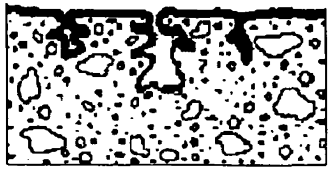


Рисунок 11 – Схема защиты цементобетона пропиткой

Поверхностные слои предназначены для повышения водонепроницаемости поверхностного слоя покрытия, на ряду с чем некоторые материалы обеспечивают увеличение его прочности и выполняют защитную функцию с перекрытием трещин.

6.1.1.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы заключаются в очищении от грязи, пыли, цементного молочка, масляных пятен ремонтируемой поверхности до плотного и ровного цементобетона. Поверхность должна быть прочной и не иметь острых выступов. Очистка поверхности производится механическими щетками, скребами, игольчатым пистолетом, пескоструйной, водоструйной или водопескоструйной установкой. Наилучшая степень подготовки поверхности достигается при использовании водоструйных установок с рабочим давлением не менее 350 атм для необходимого удаления цементного молочка с целью вскрытия капиллярных каналов и пор цементобетона, обеспечения проникновения защитного материала покрытия. В этом случае, помимо очистки поверхности, происходит и насыщение цементобетона водой.

Применение перфораторов не рекомендуется, так как это может отрицательно повлиять на прочность подготавливаемой поверхности.

При сильном загрязнении цементобетонной поверхности, обладающей достаточной прочностью, цементным молочком, маслами, битумом, асфальтобетоном и другими органическими соединениями ее можно очищать и обезжиривать поверхностно-активными веществами, а также механической очисткой, сочетаемой с химической обработкой, путем нанесения 10%-го раствора каустической соды с помощью щетки

и последующей промывки сильной струей воды. При использовании кислоты для удаления цементного молочка поверхность цементобетона должна быть тщательно промыта водой и высушена.

Масляные пятна на небольшой площади поверхности цементобетона могут быть удалены с помощью ветоши, смоченной в бензине, бензоле, ацетоне или другом растворителе.

После очистки ремонтируемая поверхность должна быть промыта чистой водой под давлением для удаления пыли и мелких частиц, а также для насыщения поверхности водой. В случае, если для подготовки поверхности применяется водоструйная установка, данная операция не требуется. Излишки воды удаляются сжатым воздухом или с помощью ветоши. Подготовленная поверхность должна быть шероховатой, иметь выступы и впадины, что способствует хорошему сцеплению с ремонтным материалом.

6.1.1.2 Технология нанесения пропитки

Нанесение пропиточного состава осуществляется с помощью щеток, кистей, резиновых шпателей или распылителями в одном направлении. Распыление производится через сопло диаметром 3–4 мм под давлением 3,6–5 бар. В случае устройства поверхностных слоев большой толщины каждый слой наносят последовательно после набора им определенной прочности.

6.1.1.3 Мероприятия по уходу

После нанесения пропитки необходимо производить влажностный уход в течение суток.

6.1.2 Защитное покрытие поверхности с заделкой трещин или без нее

Создание защитного покрытия – обработка поверхности цементобетона для получения сплошного защитного слоя (рисунок 12).



Рисунок 12 – Схема защиты цементобетона путем устройства сплошного защитного слоя

Защитное покрытие, получаемое в результате такой обработки бетона, может иметь толщину от 0,1 до 5 мм, в некоторых случаях необходимо покрытие толщиной более 5 мм. Для этой цели могут быть рекомендованы материалы на основе органических полимеров с цементом в качестве заполнителя или тонкомолотые цементы, затворенные водой и модифицированные дисперсией полимеров.

Защитное покрытие на цементобетонных покрытиях следует устраивать при глубине разрушения 0,1–1 мм, а также если на покрытии наблюдаются трещины, ширина которых составляет от 0,3 до 0,8 мм. В этом случае защитный слой выполняет герметизирующую функцию, создавая пленку на поверхности цементобетона, которая полностью или частично блокирует поры и капилляры от проникновения воды, что упрочняет его поверхностный слой.

6.1.2.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы выполняются согласно подпункту 6.1.1.1.

6.1.2.2 Технология нанесения защитного покрытия

Защитное покрытие следует наносить после того, как проведены подготовительные работы, устранены причины образования и развития трещин и произведены работы по их ликвидации.

Устранение трещин шириной 0,3 – 0,8 мм осуществляют путем заполнения их цементно-водной суспензией на особо тонкодисперсных цементах, которую готовят при В/Ц 0,5–0,7 с добавлением суперпластификатора. С помощью щеток ее распределяют на ремонтируемую поверхность и втирают до прекращения впитывания.

Защитное покрытие наносится на увлажненное основание шпателями, щетками, валиками или распылителями в зависимости от применяемого материала и площади ремонтируемой поверхности. При этом следует контролировать равномерность его распределения по поверхности обрабатываемого цементобетона.

Для цементобетонов с высокой впитывающей способностью ремонтный раствор может укладываться в два слоя, первый из них наносится в одном направлении, второй – перпендикулярно первому. Время нанесения между последовательными слоями зависит от выбранного ремонтного материала.

Работы по устройству защитных слоев следует выполнять при температуре окружающего воздуха и конструкции от 5°С до 35°С.

6.1.3 Локальное заделывание трещин

6.1.3.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы могут различаться в зависимости от вида и ширины раскрытия трещины, дефектов ее кромок, типа применяемой цементобетонной смеси и природно-климатических условий в период проведения ремонтных мероприятий.

Подготовительные работы включают следующие основные технологические процессы: разделывание, очищение, продувку, просушку или увлажнение (при необходимости) трещины.

Разделка трещины заключается в устройстве камеры по всей ее длине. Ширина камеры и разновидность применяемого материала для санации трещин зависит от ширины трещины и дефектов ее кромок в виде сколов и выкрашивания. Камеры устраивают в виде прямоугольника или трапеции на глубину в зависимости от глубины трещины путем распиливания пальчиковой фрезой или машинами с дисковыми пилами небольшого диаметра. Лучшее сцепление ремонтируемого материала с ремонтной смесью достигается при выполнении камеры прямоугольного сечения.

После распиливания необходимо произвести тщательную очистку трещин. Для неглубоких трещин очистку осуществляют с помощью щеточных машин (электрощеток) или ручных стальных щеток от каменной мелочи, пыли, грязи и других посторонних предметов, а также путем продувки сжатым воздухом от компрессора. При необходимости производят увлажнение образовавшихся стенок камеры.

При очистке сквозных или глубоких трещин целесообразно использовать водоструйные установки, после чего в случае необходимости осуществляют их просушку.

6.1.3.2 Технология заделки трещин

Ремонтные растворы и цементобетонные смеси приготавливают в основном непосредственно возле ремонтируемого участка с помощью бетоносмесителей, миксеров или растворомешалок. Небольшое количество ремонтных составов приготавливают в емкостях, используя миксеры или электродрели со специальным маховиком.

Количество приготавливаемого ремонтного раствора и цементобетонной смеси должно быть увязано с реальной потребностью в них. Особое внимание следует уделять жизнеспособности смеси. В общем случае технологическая жизнеспособность раствора должна быть

не менее 20 мин. Не допускается повторное перемешивание некоторых быстротвердеющих ремонтных смесей.

Время перемешивания зависит от выбранной ремонтной смеси и в каждом конкретном случае может быть различным.

Заделку трещин в цементобетоне можно начинать только после устранения причин их образования и окончания развития.

6.2 Защита цементобетона от переувлажнения – мероприятие 2

Способы выполнения технологического мероприятия:

- гидрофобная пропитка;
- нанесение поверхностных слоев.

6.2.1 Гидрофобная пропитка (гидрофобизация)

Гидрофобизация – обработка поверхности цементобетона эмульсиями и растворами для получения водонепроницаемой поверхности (рисунок 13).



Рисунок 13 – Схема защиты цементобетона гидрофобизацией

Поры и капилляры, имеющиеся в цементобетоне, покрывают пропиткой, но не заполняют. При этом внешний вид цементобетона не изменяется, на его поверхности отсутствует пленка. В качестве гидрофобизирующих материалов могут быть рекомендованы составы на основе силанов или силоксанов.

Основная задача гидрофобной пропитки заключается в получении водонепроницаемой поверхности, которая препятствует поступлению атмосферной влаги внутрь покрытия, тем самым предохраняя поверхностный слой цементобетона от переувлажнения, т.е. способности несмачивания водой.

6.2.1.1 Подготовительные работы

Перед нанесением гидрофобной пропитки в цементобетоне должны быть ликвидированы все поверхностные разрушения в виде шелушения, раковин, отколов кромок и углов плит, кромок швов и других значительных повреждений. Трещины с шириной раскрытия менее 0,3 мм, образовавшиеся не на всю глубину цементобетонного покрытия, можно не ремонтировать.

Цементобетонная поверхность должна быть тщательно очищена от различного рода загрязнений: каменной мелочи, пыли, грязи, цементного молочка, защитного покрытия и т.д. с помощью водо-, дробе- или пескоструйных установок. Излишнюю влагу на поверхности удаляют сжатым воздухом или ветошью.

6.2.1.2 Технология нанесения гидрофобной пропитки

Нанесение гидрофобной пропитки осуществляют при температуре воздуха не менее 5°С и не более 35°С. Гидрофобизацию цементобетонной поверхности производят нанесением равномерного слоя гидрофобизирующего раствора краскораспылителем или кистями вручную на чистую сухую поверхность. При этом следует использовать оборудование, работающее при низком давлении и не создающее мелкого распыления.

6.2.1.3 Мероприятия по уходу

Открытие движения после проведения ремонтных работ осуществляют не раньше чем через 4 ч после нанесения гидрофобной пропитки в зависимости от применяемого материала и требования изготовителя. Это необходимо для глубокого проникновения пропитки в тело цементобетона. Следует иметь в виду, что в зависимости от выбранного материала в течение нескольких часов после его нанесения поверхность с пропиткой может быть скользкой, в связи с чем движение транспортных средств по отремонтированному участку открывать не следует.

Уход за нанесенным материалом не предусматривается, однако в течение 48 ч поверхность цементобетона необходимо предохранять от увлажнения.

6.2.2 Нанесение поверхностных слоев

Поверхностные слои предназначены для повышения водонепроницаемости слоя покрытия, на ряду с чем некоторые материалы обеспечивают увеличения его прочности и выполняют защитную функцию с перекрытием трещин.

6.2.2.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы выполняются согласно подпунктам 6.1.1.1 и 6.2.1.1.

6.2.2.2 Технология нанесения поверхностных слоев

Нанесение поверхностных слоев может осуществляться с помощью щеток, кистей, резиновых шпателей или распылителями в одном направлении. Распыление производится через сопло диаметром 3–4 мм под давлением 3,6–5 бар. В случае устройства поверхностных слоев большой толщины каждый слой наносят последовательно после набора им определенной прочности.

6.2.2.3 Мероприятия по уходу

После нанесения поверхностных слоев необходимо производить влажностный уход в течение 1 сут.

6.3 Восстановление цементобетона – мероприятие 3

Способы выполнения технологического мероприятия:

- устранение очагов шелушения посредством заделки слоем ремонтного материала;
- устранение очагов глубокого шелушения с дополнительным армированием;
- замена разрушенных участков плит на всю толщину;
- устранение сколов кромок и углов плит;
- устранение колейности покрытия.

6.3.1 Устранение очагов шелушения посредством заделки слоем ремонтного материала

6.3.1.1 Подготовительные работы

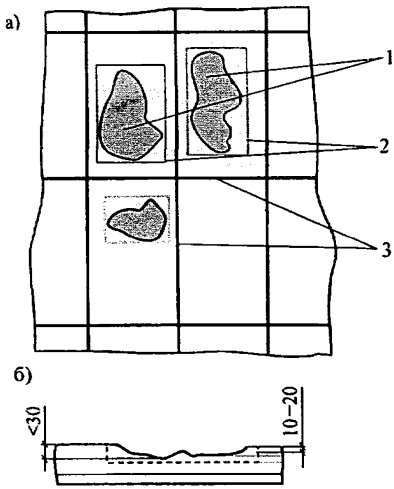
Подготовку поверхности ремонтируемого участка цементобетонного покрытия следует выполнять очень тщательно, так как от нее во многом зависят прочность сцепления ремонтного материала с поверхностью старого цементобетона и сопротивляемость разрушению отремонтированного участка под воздействием транспортных нагрузок и природно-климатических факторов.

Подготовка поверхности цементобетонного покрытия должна включать следующие технологические операции: удаление слабого или разрушенного цементобетона, в том числе цементного молочка, очистку

от пыли, грязи, масляных пятен и продуктов резки цементобетона, промывку и просушку (при необходимости).

Удаление слабого или разрушенного цементобетона, в том числе цементного молочка, выполняется до прочного основания легкими перфораторами, проволочно-игольчатыми пистолетами, водопеско- и водоструйными установками, пневмоотбойными молотками, металлическими щетками, шлифовальными машинами, фрезами, предварительно выполнив обрезку цементобетона алмазным инструментом по контуру плоскости, перпендикулярной поверхности существующего покрытия, на глубину не менее глубины разрушенной поверхности. Рекомендуются безударные (вибрационные) способы удаления разрушенного цементобетона. Следует учитывать, что углы подготовленного «корыта» не должны быть менее 90°, а длина зарезов в теле «здорового» цементобетона – более 20 мм.

На рисунке 14 представлена схема ремонта шелушения поверхности цементобетонного покрытия [1].



а – шелушение на плитах; б – разрез поверхности шелушения;
1 – поверхность плит с шелушением; 2 – контур ремонтной зоны;
3 – швы сжатия
(размеры даны в миллиметрах)

Рисунок 14 – Ремонт шелушения поверхности цементобетонного покрытия

Все конструктивные решения должны предусматривать наличие надежного контакта между ремонтным слоем и существующим цементобетоном, обеспечивающего необходимую адгезионную прочность. Материал ремонтируемого слоя следует укладывать на очищенное подготовленное «корыто», из которого удален рыхлый цементобетон. Прочность на отрыв поверхностного слоя бетона на дне корыта должна быть не менее 1,5 МПа.

Величина относительного изменения прочности бетона на отрыв в зависимости от способа обработки поверхности приведена в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Влияние способа подготовки цементобетонной поверхности на изменение прочности бетона на отрыв

Способ подготовки цементобетонной поверхности	Величина относительного изменения прочности на отрыв, %
Механический способ:	
вибрационные фрезы	–30
фрезы ударного типа действия (пальчиковые)	–20
прочие фрезы	–45
отбойные молотки	–30
перфораторы	–25
игольчатый или проволочный пистолет	0
шлифовальная машина	+50
Термический способ	–60
Химический способ	0
Гидравлический способ:	
водоструйная обработка	+10
обработка паром	0
Комбинированные способы:	
водопескоструйная обработка	+30
термическая обработка с пескоструйной	+20
термическая обработка с фрезерованием	–20

П р и м е ч а н и е – Знак «–» соответствует снижению прочности цементобетона на отрыв, знак «+» – повышению его прочности.

Подготовленная к ремонту поверхность должна быть шероховатой с чередующимися выступами и впадинами высотой не менее 5 мм, но не должна превышать 1/3 максимального размера зерен крупного заполнителя для обеспечения сцепления с ремонтным материалом.

Удаление с поверхности ремонтируемого участка рыхлого цементобетона, продуктов его резки, пыли, грязи производят путем очистки, продувки и промывки поверхности. Очистку выполняют электрощетками, при небольших объемах работ – вручную металлическими щетками. Продувку осуществляют воздухом от компрессора, имеющего водо- или маслоотделение.

Перед нанесением ремонтного материала следует пропитать ремонтируемый участок водой путем многократного смачивания, так чтобы вся поверхность была в насыщенном поверхностно-сухом состоянии. Не допускается наличие на подготовленной поверхности натеков и капель воды. Поверхность перед нанесением ремонтной смеси должна быть влажной, но не мокрой. Для удаления излишков воды можно применять сжатый воздух, ветошь, поролоновую губку. Для увлажнения участков, а также для приготовления ремонтного состава должна применяться вода, отвечающая требованиям ГОСТ 23732–2011.

Требования к подготовке ремонтируемых участков цементобетонных покрытий могут быть различны в зависимости от степени их разрушения и выбранного вида материала, применяемого для выполнения ремонтных работ.

6.3.1.2 Технология устранения очагов шелушения посредством заделки слоем ремонтного материала

Ремонтные цементобетонные смеси приготавливают в основном непосредственно на месте производства работ с помощью бетоносмесителей, миксеров или растворомешалок. Небольшое количество ремонтных составов готовят в емкостях, используя миксеры или электродрели со спиральной насадкой.

Количество ремонтной смеси должно быть увязано с реальной потребностью в ней. Особое внимание следует уделять жизнеспособности смеси. В общем случае технологическая жизнеспособность раствора должна быть не менее 20 мин. Необходимо смешивать такое количество материала, которое может быть использовано за время жизнеспособности смеси. Не допускается повторное перемешивание некоторых быстротвердеющих ремонтных смесей.

При применении ремонтных материалов на портландцементе количество воды в процессе затворения может различаться в каждом конкретном случае в зависимости от выбранного вида смеси.

В одном случае в смесительную емкость или миксер вливают полностью все расчетное количество воды и при включенном смесителе постепенно добавляют сухую смесь в воду. В другом случае минимальное

количество воды, указанное в инструкции, и в случае необходимости в процессе перемешивания в смесительную емкость подается количество воды, соответствующее максимальному значению, пока не будет достигнута требуемая консистенция. Количество воды для затворения смеси может отличаться от требуемого в зависимости от температуры окружающей среды и относительной влажности воздуха.

Процесс перемешивания продолжается до полного исчезновения комков и до тех пор пока смесь не станет однородной. При перемешивании не допускается вводить какие-либо добавки в случае, если это не предусмотрено инструкцией разработчика смеси. При ее загустевании нельзя добавлять воду либо «оживлять» повторным перемешиванием.

При нанесении ремонтной смеси вручную рекомендуется первоначально распределять грунтовочный состав, приготовленный из той же смеси, но более жидкой консистенции, и втирать его в ремонтируемую поверхность при помощи кисти или щетки с жесткой щетиной. Далее производится нанесение первого слоя ремонтного материала требуемой консистенции с последующей укладкой слоев методом «мокрое по мокрому» кельмой, мастерком, шпателем или другими ручными инструментами. Допустимая толщина укладываемых слоев может колебаться от 5 до 50 мм за одно нанесение. Большая толщина слоя допустима для малых площадей разрушений. Если требуется затирка, то ее начинают после начального схватывания смеси.

6.3.1.3 Мероприятия по уходу

Уход за свежеуложенным ремонтным материалом на основе минеральных вяжущих осуществляется преимущественно пленкообразующими материалами. Для их нанесения можно использовать различные пневматические опрыскиватели или ручные насосы, а также малогабаритные распределители пленкообразующих жидкостей.

Для ухода можно также применять влажную мешковину, распыление воды, укрытие поверхности пленкой.

После выполнения ремонтных работ и набора прочности ремонтным составом необходимо произвести обработку поверхности цементобетона, прилегающей к отремонтированному участку, по всему периметру на ширину не менее 10 см гидрофобизирующими упрочняющими составами на основе силоксанов.

6.3.2 Устранение очагов глубокого шелушения с дополнительным армированием

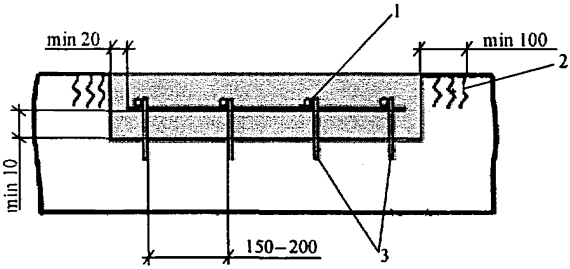
6.3.2.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы выполняются аналогично подпункту 6.3.1.1.

6.3.2.2 Технология устранения очагов глубокого шелушения с дополнительным армированием

При глубине разрушения более 30 мм производят армирование подготовленного «корыта» и укладку ремонтного материала, при этом необходимо обеспечить толщину защитного слоя над сеткой не менее 15 мм.

На рисунке 15 представлена схема ремонта глубокого шелушения с дополнительным армированием поверхности цементобетонного покрытия [1].



1 – армосетка размером (2,5 – 6,5)х50 мм; 2 – гидрофобизация прилегающих участков; 3 – анкерные стержни диаметром 12 мм класса А-II

Рисунок 15 – Ремонт шелушения цементобетонного покрытия

Последовательность технологических операций и показатели качества ремонта приведены в таблице 3 [1].

Таблица 3 – Последовательность технологических операций и показатели качества ремонта

Наименование рабочих операций	Контролируемые параметры	Допустимые отклонения	Измерительные средства	Примечание
1	2	3	4	5
Разметка участка покрытия для устройства «корыта»	Форма «корыта» в плане	-	-	«Корыто» не должно иметь острых углов
Распиливание цементобетона по разметке	Глубина распила (в соответствии с принятым техническим решением),%	±10	Измерительная линейка	Длина зарезов в тело «здорового» цементобетона не должна превышать 20 мм
Удаление ослабленного рыхлого цементобетона	Прочность цементобетона на отрыв, Н/мм^2, в поверхностном слое дна «корыта»	min 1,5	Прибор для испытания на отрыв	Испытание проводят по ГОСТ 22690–88
Сверление отверстий диаметром 12–14 мм для анкеров	Глубина сверления, см	min 1,5	Измерительная линейка, штанген-циркуль	-
Продувка, сушка отверстий для анкеров	-	-	-	-
Установка анкеров класса А-II, А-III диаметром 10–12 мм с закреплением материала, аналогичного материалу ремонтного слоя	Расстояние между анкерами, см	min 40	Измерительная линейка	Арматурная сетка должна быть чистой, без ржавчины
	Высота анкеров над уровнем дна «корыта», мм	min 10		
Укладка сетки из арматуры класса А-I диаметром 2,5–6 мм с ячейками размером 50х50 – 100х100 мм с закреплением к анкерам с помощью сварки или вязки	Высота сетки над уровнем дна «корыта», мм	min 10	Измерительная линейка	Дно и стенки корыта должны быть чистыми

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
Очистка (при необходимости просушка) дна и стенок «корыта»	-	-	Визуально	-
Укладка и отделка ремонтируемого слоя (в соответствии с инструкцией изготовителя)	Ровность поверхности (просвет под трехметровой рейкой), мм	±3	Трехметровая рейка	-
Уход (при необходимости) за уложенным ремонтным составом (в соответствии с инструкцией изготовителя)	Время начала работ по уходу после окончания отделки ремонтируемого слоя, мин	1–3	Бытовые часы	-
Стабилизация цементобетона на смежных участках	-	-	-	-

6.3.2.3 Мероприятия по уходу

Мероприятия по уходу за отремонтированным участком выполняются аналогично подпункту 6.3.1.3.

6.3.3 Замена разрушенных участков цементобетонных плит на всю толщину

Замена разрушенных плит или их отдельных участков на всю толщину производится в тех случаях, когда другими способами восстановить несущую способность плиты не представляется возможным. Замена плит может осуществляться путем укладки монолитной или быстротвердеющей бетонной смеси. Когда имеется возможность выполнять работы с прекращением движения по ремонтируемому участку покрытия в течение длительного времени (для обеспечения необходимого набора прочности бетоном) следует преимущественно использовать монолитный бетон. В тех случаях, когда закрытие движения составляет несколько часов (до 5 ч), как правило, применяют быстротвердеющие бетоны.

6.3.3.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы заключаются в удалении разрушенного участка плиты.

Первым этапом выполнения работ является разметка поврежденной цементобетонной плиты. При этом следует учитывать грузоподъемность тех механизмов, с помощью которых будет осуществляться подъем частей плит, каждая из них должна иметь соответствующие размеры. В тех случаях, когда на остающейся части плиты имеется трещина, которая образует с новым деформационным швом некоторый угол, необходимо в месте соприкосновения трещины и шва устроить в теле существующей плиты вертикальное отверстие диаметром 40–50 мм на всю ее толщину. Такое отверстие предотвратит вероятное распространение трещины на отремонтированный участок плиты.

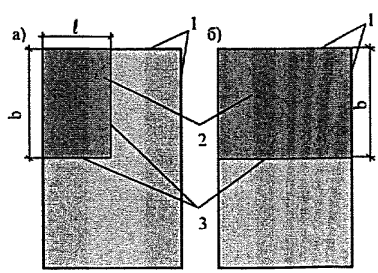
Для того чтобы удалить часть плиты, подлежащей замене, следует предварительно высверлить отверстия для установки цанговых захватов, с помощью которых выполняется ее подъем.

После удаления частей плиты необходимо выполнить работы по выравниванию основания. В отдельных случаях, когда основание разрушено, осуществляется его ремонт.

Для обеспечения совместной работы заменяемой плиты (части плиты) с соседними плитами покрытия следует устанавливать металлические штыри. Для этого просверливают отверстия диаметром 25 мм в боковых гранях плиты, которые затем очищают, высушивают и грунтуют. В подготовленное таким образом отверстие устанавливают очищенный от ржавчины и загрунтованный штырь. Грунтовка выполняется тем же ремонтным материалом, что и при замене плит.

6.3.3.2 Технология замены разрушенных участков цементобетонных плит на всю толщину

Замена разрушенного участка плиты заключается в укладке цементобетонной смеси класса Btb4.0 с ускорителями твердения или быстротвердеющих смесей (рисунок 16) [1].



а – замена участка плиты ($\ell \geq 1{,}5$ м, $b \geq 1{,}5$ м); б – замена участка на всю ширину плиты; 1 – внешний контур плиты; 2 – заменяемая часть плиты; 3 – внутренний контур плиты

Рисунок 16 – Схема ремонтируемой плиты

6.3.3.3 Мероприятия по уходу

После укладки, уплотнения цементобетонной смеси и отделки поверхности капроновой щеткой или холщовым полотном должен быть организован уход за свежеуложенным цементобетоном.

Эксплуатация покрытия может быть начата, когда прочность цементобетона достигнет значения, равного 70% от принятой в проекте марки. Перед открытием движения транспортных средств по отремонтированному покрытию для повышения морозостойкости цементобетона на замененных участках целесообразно выполнить его пропитку специальным составом.

6.3.4 Устранение сколов кромок и углов плит

6.3.4.1 Подготовительные работы

При устранении сколов кромок и углов цементобетонных плит подготовительные работы состоят из следующих технологических операций: маркировки; оконтуривания дефектных мест с помощью нарезчика швов с алмазными дисками; удаления разрушенного цементобетона пневмоинструментом с малой энергией удара, например, специальными перфораторами или игольчатыми пистолетами; очистки при помощи металлических щеток [2]. Для очистки поверхности камеры и создания шероховатости с целью увеличения адгезии с цементобетоном следует использовать игольчатый пистолет. Подготовительные работы также могут выполняться в соответствии с подпунктом 6.3.1.1.

6.3.4.2 Технология устранения сколов кромок и углов цементобетонных плит

На подготовленную поверхность камеры должен наноситься принятый к применению грунтовочный материал путем его втирания жесткой щеткой.

Для ремонтных работ необходимо использовать материалы как на минеральных (цементных), так и на полимерных вяжущих в соответствии с инструкциями изготовителей.

Отдавать предпочтение следует ремонтным материалам на минеральных вяжущих, поскольку такие материалы позволяют проводить работы даже в сырую погоду, обеспечивая при этом необходимую прочность сцепления со старым цементобетоном. Материалы на основе полимерных смол следует применять с осторожностью (только в тех случаях, когда имеется уверенность в том, что работы будут выполняться в сухую погоду и на сухом покрытии). Весьма важно, чтобы использовалась мягкая опалубка (например, пенопласт). Не следует допускать

укладку ремонтного материала (любого вида) без предварительной установки мягкой опалубки, даже в тех случаях, когда предполагается нарезать шов через небольшой промежуток времени.

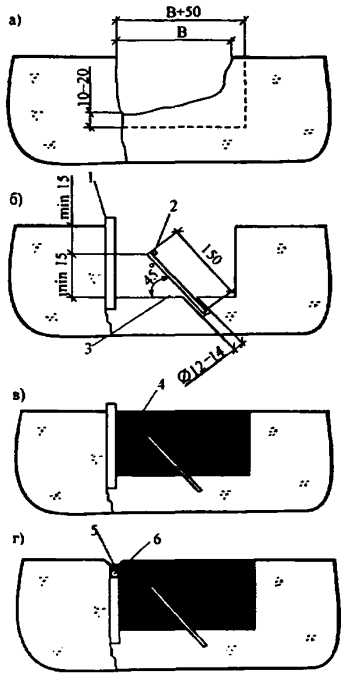
Последовательность технологических операций и показатели качества ремонта по устранению сколов кромок и углов цементобетонных плит представлены в таблице 4 и на рисунке 17 [1].

Т а б л и ц а 4 – Последовательность технологических операций и показатели качества ремонта

Наименование рабочих операций	Контролируемые параметры	Допустимые отклонения	Измерительные средства	Примечание
1	2	3	4	5
Разметка мест, предназначенных для выполнения ремонтных работ	Отклонение от назначенных размеров, мм	+10	Измерительная линейка	Места, предназначенные для ремонта, в плане не должны иметь острых углов
Распиливание бетона по контуру разметки	Отклонение от намеченного контура, мм	±5	Измерительная линейка	-
Удаление бетона с помощью отбойных молотков или перфораторов	Отклонение от назначенной глубины камеры, мм	+5	Измерительная линейка	-
	Отклонение от назначенного диаметра арматурных стержней, мм	±1	Штанген-циркуль	-
Очистка (продувка) боковых поверхностей и дна камеры от пыли, продуктов разрушения цементобетона	-	-	Визуально	На поверхностях камеры не должно быть пыли, грязи, на дне – посторонних предметов

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5
Просушка боковых поверхностей и дна камеры в случае использования полимерных материалов	Влажность цементобетона, %	Не более 3	Прибор типа Gan MB-35	Боковые поверхности и дно камеры должны быть влажными
	Увлажнение в случае использования цементных материалов	-	-	Наличие свободной воды на боковых гранях и дне камеры не допускается
Установка мягкой опалубки с пропиткой антиадгезионным составом	Толщина опалубки, мм	±2	Штанген-циркуль	Материал опалубки должен легко сжиматься пальцами. Толщина опалубки должна быть не менее 10 мм
Приготовление и нанесение грунтовочного материала на боковые грани и дно камеры (в случае, если предусмотрено применение грунтовочного материала)	-	-	Визуально	Грунтовый слой должен равномерно покрывать боковые поверхности и дно камеры
Укладка ремонтного материала, отделка поверхности	-	-	Измерительная линейка	Поверхность должна быть ровной, превышение над гранью смежной плиты не должно быть более 3 мм
Уход за ремонтным материалом (в случае применения материала на минеральном вяжущем)	-	-	-	-
Восстановление герметизации шва на участке выполненного ремонта	-	-	-	-



а – до ремонта; б – с установленной опалубкой, арматурными анкерами и стержнями; в – с заполнением ремонтным материалом; г – после ремонта; 1 – опалубка; 2 – стержни из арматуры класса А-II диаметром 10–12 мм; 3 – анкеры из арматуры периодического профиля класса А-I диаметром 10–12 мм; 4 – ремонтный материал; 5 – мастика; 6 – уплотнительный шнур; В – ширина разрушенного бетона

Рисунок 17 – Ремонт сколов кромок и углов цементобетонных плит

6.3.4.3 Мероприятия по уходу

После укладки ремонтного материала необходимо выполнить работы по укреплению цементобетона на участке, непосредственно примыкающем к границе уложенного ремонтного материала.

В случае применения ремонтного материала на минеральном вяжущем следует произвести уход за уложенным материалом.

6.3.5 Устранение колейности цементобетонного покрытия

6.3.5.1 Подготовительные работы в основном выполняются аналогично подпункту 6.3.1.1 за исключением работ по оконтуриванию ремонтной зоны, которые заключаются в устройстве «корыта» в старом цементобетонном покрытии.

6.3.5.2 Технология устранение колейности покрытия выполняется в соответствии с подпунктом 6.3.1.2.

6.3.5.3 Мероприятия по уходу проводятся аналогично подпункту 6.3.1.3.

6.4 Конструкционное усиление – мероприятие 4

Способы выполнение технологического мероприятия заключаются в устранении уступов в поперечных швах путем нагнетания ремонтного раствора через пробуренные скважины.

6.4.1 Устранение уступов в поперечных швах путем нагнетания ремонтного раствора через пробуренные скважины

Процесс образования уступа сопровождается вертикальным смещением соседних плит в поперечных швах, что приводит к возвышению одной плиты по отношению к другой. Подъем плиты выполняется в тех случаях, когда просевшая плита не имеет значительных разрушений и не требуется ремонт ее поверхности.

6.4.1.1 Подготовительные работы

Подготовительные работы заключаются в бурении скважин бурильными машинами в цементобетонной плите в шахматном порядке в две очереди методом последовательного сближения на расстоянии 1,5 м от поперечного шва. Скважины пробуривают диаметром от 35 до 50 мм. Расстояние между скважинами и их количество выбирают на основе контрольного нагнетания ремонтного раствора. В скважину вставляются и закрепляются штуцеры [3].

6.4.1.2 Технология устранения уступов в поперечных швах путем нагнетания ремонтного раствора через пробуренные скважины

После проведения подготовительных работ под воздействием воздуха, поступающего под давлением, цементобетонная плита отрывается от основания. После чего под плиту впрыскиванием подают быстротвердеющий раствор. Осевшую плиту поднимают до тех пор, пока ее торец не будет находиться на одном уровне с соседней плитой.

Таблица 5 – Требования к свойствам материала для пропитки

Свойства материала	Мероприятие 1 – герметизация поверхности цементобетона	Мероприятие 5 – стойкость к физическим воздействиям	Методика определения показателей	Рекомендуемые требования в соответствии с EN 1504 – 2 – 2008 в европейском сообществе в зависимости от условий эксплуатации конструкции
1	2	3	4	5
Стойкость к истиранию		.	EN ISO 5470-1-1999	Повышение, по крайней мере, на 30% по сравнению с необработанным образцом
Паропроницаемость	□		EN ISO 7783-2012	Класс I: $S_d < 5$ м Класс II: 5 м ≤ S_d ≤ 50 м Класс III: $S_d > 50$ м
Коэффициент капиллярного поглощения воды	■	■	EN 1062-3-2008	$w < 0,1$ кг/м^2·ч^{0,5}
Адгезия после испытаний температурной совместимости для внешнего применения: с воздействием антиобледенительной соли после 20 циклов замораживания-оттаивания в солях и 10 ударно-ливневых циклов (имитация грозового дождя)	□	□	EN 13687-1-2002 EN 13687-2-2002	После испытаний температурной совместимости обработанных образцов: не образуются вздутия, отсутствуют растрескивание и отслоение прочность сцепления покрытия в зависимости от расположения поверхности и наличия нагрузок должна быть равна: - вертикальная ≥ 0,8 МПа - горизонтальная (без механических нагрузок) ≥ 1 МПа - горизонтальная (с механическими нагрузками) ≥ 1,5 МПа
без антиобледенительной соли после 20 циклов замораживания-оттаивания в воде	□	□	EN 13687-3-2002	
Стойкость к химическому воздействию	□		EN ISO 2812-1-2007	Нет видимых изменений после воздействия в течение 30 дней

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
Ударная стойкость		■	EN ISO 6272-1-2001	После нагрузки отсутствуют трещины и отслоение Класс I: ≥ 4 Дж Класс II: ≥ 10 Дж Класс III: ≥ 20 Дж
Прочность сцепления при испытании на отрыв	□	■	EN 1542-1999	Определение прочности сцепления покрытия с поверхностями: -вертикальная ≥ 0,8 МПа -горизонтальная (без механических нагрузок) ≥ 1 МПа -горизонтальная (с механическими нагрузками) ≥ 1,5 МПа
Огнестойкость	□	□	EN 13501-1-2010	Евроклассы
Стойкость к скольжению	□	□	EN 13036-4-2011	Класс I: ≥ 40 единиц, влажное тестирование (внутренняя влажная поверхность) Класс II: ≥ 40 единиц, сухое тестирование (внутренняя сухая поверхность) Класс III: ≥ 55 единиц, влажное тестирование (наружное) Или в соответствии с национальными регламентами
Глубина проникновения пропитки	■	■	EN 14630-2003	≥ 5 мм
Диффузионная проницаемость ионов хлоридов	□		Регулируется национальными стандартами и национальными регламентами	

Примечание – ■ – сертифицированные свойства материалов, которые необходимо учитывать при выполнении ремонтных мероприятий данной группы любыми технологическими способами; □ – свойства материалов, которые следует учитывать в зависимости от требований конкретного заказчика, а также от конкретных условий работы конструкции.

Таблица 6 – Требования к свойствам материала для гидрофобной пропитки

Свойства материала	Мероприятие 1 – герметизация поверхности цементобетона	Мероприятие 2 – защита цементобетона от переувлажнения	Методика определения показателей	Рекомендуемые требования в соответствии с EN 1504-2-2008 в европейском сообществе в зависимости от условий эксплуатации конструкции
Потеря массы после циклов замораживания-оттаивания	□	□	EN 13581-2002	Потеря массы обработанного образца должна происходить минимум через 20 циклов по сравнению с вариантом без обработки
Глубина проникновения пропитки	■	■	EN 14630-2003	Класс 1: < 10 мм Класс 2: ≥ 10 мм
Водопоглощение и стойкость к щелочному раствору	■	■	EN 13581-2002	Водопоглощение < 7,5% Стойкость к щелочному раствору < 10%
Скорость высыхания	■	■	EN 13579-2002	Класс 1: > 30% Класс 2: > 10%
Диффузионная проницаемость ионов хлоридов	□		Регулируется национальными стандартами и национальными регламентами	

Примечание – Условные обозначения приняты в соответствии с таблицей 5.

Таблица 7 – Требования к свойствам материалов, применяемых в качестве покрытий

Свойства материала	Мероприятие 1 – герметизация поверхности цементобетона	Мероприятие 2 – защита цементобетона от переувлажнения	Мероприятие 5 – стойкость к физическим воздействиям	Мероприятие 6 – стойкость к химическим воздействия	Методика определения показателей	Рекомендуемые требования в *соответствии* с EN 1504-2-2008 в европейском сообществе в зависимости от условий эксплуатации конструкции
1	2	3	4	5	6	7
Линейная усадка	□	□	□	□	EN 12617-1-2003	≤ 0,3 % для жестких систем с толщиной покрытия ≥ 3 мм
Прочность при сжатии			□	□	EN 12190-1998	Класс I: ≥35 МПа (полиамидные диски) Класс II: ≥50 МПа (стальные диски)
Коэффициент теплового расширения	□	□	□	□	EN 1770-1998	Жесткие системы для наружного применения: $\alpha_T \leq 30 \cdot 10^{-6} K^{-1}$ (только для покрытий толщиной ≥ 1 мм)
Стойкость к истиранию			■		EN ISO 5470-1-1999	Потеря массы менее 3000 мг, абразивный диск H22 (1000 циклов), нагрузка 1000 г
Адгезия при поперечном разрезе	□	□	□	□	EN ISO 2409-2013, ширина надреза 4 мм	Значение в поперечном разрезе ≤GT2 Данное испытание только для тонких гладких пленок общей толщиной до 0,5 мм
Проницаемость для CO_2	■				EN 1062-6-2002	$S_d > 50$ м
Паропроницаемость	■	■			EN ISO 7783-2012	Класс I: $S_d < 5$ м Класс II: 5 м ≤ S_d ≤ 50 м Класс III: $S_d > 50$ м

1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент капиллярного поглощения воды	■	■	■	□	EN 1062-3-2008	$w < 0,1$ кг/м^2·ч^{0,5}
Адгезия после испытаний температурной совместимости: для внешнего применения с воздействием антиобледенительной соли после 50 циклов замораживания-оттаивания в солях и 10 ударно-ливневых циклов (имитация грозового дождя)	□	□	□	□	EN 13687-1-2002 EN 13687-2-2002	Температурный цикл выполняется на том же образце, начиная с ударно-ливневого цикла После температурного цикла отсутствуют пузыри, трещины и отслоения Средняя прочность сцепления покрытия с основанием: в трещиностойких или эластичных системах ≥ 0,8 МПа (без трафика), ≥1,5 МПа (с трафиком) в жестоких системах ≥ 1 МПа (без трафика), ≥ 2 МПа (с трафиком)
для внешнего применения без антиобледенительной соли после 20 циклов замораживания-оттаивания в воде	□	□	□	□	EN 13687-3-2002	
для внутреннего применения (старение в течение 7 дней при 70°С)	□	□	□	□	EN 1062-11-2002	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
Стойкость к тепловому удару	□		□	□	EN 13687-5-2002	
Стойкость к химическому воздействию	□				EN ISO 2812-1-2007	Нет видимых изменений после воздействия в течение 30 дней
Стойкость к сильной химической коррозии				■	EN 13529- 2003	Потеря твердости (по Бухгольцу или Шору) < 50% Класс I: 3 дня без давления Класс II: 28 дней без давления Класс III: 28 дней без давления
Ударная стойкость			■		EN ISO 6272 - 1 - 2001	После нагрузки отсутствуют трещины и отслоения Класс I: ≥ 4 Нм Класс II: ≥ 10 Нм Класс III: ≥ 20 Нм
Способность перекрывать трещины					EN 1062-7-2004	Требуемая способность перекрывать трещины должна быть выбрана конструктором с учетом местных условий (климата, ширины и раскрытия трещин) После тестирования требуемого класса никакие повреждения образовываться не должны
Прочность сцепления при испытании на отрыв	■	■	■	■	EN 1542-1999	Средняя прочность сцепления вертикальной поверхности ≥ 0,8 МПа, горизонтальной без трафика ≥ 1 МПа, горизонтальной с трафиком ≥ 1,5 МПа

1	2	3	4	5	6	7
Огнестойкость	□	□	□	□	EN 13501-1-2010	Евроклассы
Стойкость к скольжению	□	□	□	□	EN 13036-4-2011	Класс I: ≥ 40 единиц, влажное тестирование (внутренняя влажная поверхность) Класс II: ≥ 40 единиц, сухое тестирование (внутренняя сухая поверхность) Класс III: ≥ 55 единиц, влажное тестирование (наружное) Или в соответствии с национальными регламентами
Адгезия к влажному цементобетону	□	□	□	□	EN 13578-2004	После нагрузки: нет вздутия, трещин и отслоения адгезионная прочность ≥1,5МПа отрыв должен происходить более чем в 50% случаев по бетонному основанию
Искусственное воздействие атмосферы (УФ излучение и влажность) только для наружного применения					EN 1062-11-2002	После 2000 ч искусственного воздействия атмосферы отсутствие пузырения и растрескивания Легкое изменение цвета, потеря глянца и пыление могут быть допустимы, но должны быть описаны
Диффузионная проницаемость ионов хлоридов	□				Регулируется национальными стандартами и национальными регламентами	

Примечание – Условные обозначения приняты в соответствии с таблицей 5.

Буровые отверстия в цементобетонной плите очищают и заполняют быстротвердеющим материалом.

6.4.1.3 Мероприятия по уходу

Мероприятия по уходу за отремонтированным участком цементобетонного покрытия выполняются аналогично подпункту 6.3.1.3.

7 Рекомендуемые требования к свойствам защитных материалов

7.1 Рекомендуемые требования к свойствам защитных материалов приведены в таблицах 5, 6, 7.

При использовании ремонтного материала в каких-либо иных специфических условиях, где могут иметь решающее значение для долговечности и эффективности другие свойства материала, заказчик может определить эти показатели обязательными для описания и нормирования. В таком случае белые квадраты (см. таблицы 5, 6, 7) становятся черными, т.е. обязательными для определения и учета при разработке проекта применения того или иного материала на конкретном объекте.

7.2 Согласно таблиц 5, 6, 7, стойкость к истиранию определяется по пропитанной поверхности цементобетонного куба размером 100х100х100 мм, которая отрезается на толщину 10 мм и подвергается 1000 циклам истирания шлифовальным камнем диаметром 22 мм с пригрузом 1000 г. Таким же образом испытывается необработанный образец. В результате испытаний потеря массы обработанного и необработанного образцов должна различаться минимум на 30%.

7.3 Паропроницаемость поверхности цементобетонного образца, обработанного пропиточным составом, определяется как отношение коэффициента паропроницаемости воздуха к коэффициенту паропроницаемости обработанного образца и выражает собой диффузионный эквивалент воздушной прослойки в метрах. Существует три класса пропитки: паропроницамый, низкой паропроницаемости (только для внутренних работ) и паронепроницаемый.

7.4 Коэффицент капиллярного поглощения воды – водопоглощение обработанного цементобетонного образца при капиллярном всасывании воды – должен быть не больше значения, указанного в таблице 5. Определяется через изменение массы образца (кг) за время ($ч^{0,5}$), впитывающего жидкость через поверхность ($м^2$). Метод определения аналогичен методу, приведенному в ГОСТ Р 52804–2007.

7.5 Адгезия после испытаний температурной совместимости определяется как способность сохранять сцепление покрытия с основанием после 50 циклов воздействия (замораживания-оттаивания при температуре –18°С, сухого нагрева при температуре 60°С– резкого охлаждения ледяной водой, замораживания-оттаивания в соленой воде, выдерживания при температуре воздуха 70°С).

7.6 Ударная стойкость – стойкость обработанного цементобетона к ударным воздействиям при различных нагрузках. Существует три класса ударной стойкости: слабая, средняя и высокая.

7.7 Прочность сцепления при испытании на отрыв – прочность сцепления покрытия (пленки пропитки) на цементобетонном основании с классом поверхности С (0,7) методом прямого отрыва. На вертикальной поверхности прочность сцепления должна быть не менее 0,8 МПа, на горизонтальной – 1–1,5 МПа. Этот показатель определяется аналогично ГОСТ Р 52804–2007.

7.8 Огнестойкость обработанного цементобетона оценивается согласно европейским классам, характеризующим пределы огнестойкости и распространения огня.

7.9 Стойкость к скольжению (проскальзыванию) определяется как коэффициент сцепления покрытия с обработанной цементобетонной поверхностью. Чем выше класс и показатель, тем выше сопротивление скольжению. Например, класс III подходит для поверхности пандусов на автомобильных парковках.

7.10 Глубина проникновения пропитки – эффективная глубина проникновения пропитки в цементобетонный образец с классом поверхности С (0,7) по EN 1766–2000. Существует два класса эффективности по глубине проникновения: 1-й класс < 10 мм, 2-й класс ≥10 мм.

7.11 Диффузионная проницаемость ионов хлоридов в цементобетонные образцы после пропитки не должна превышать показатели, соответствующие местным региональным нормам. Чем ниже коэффициент диффузионной проницаемости обработанного цементобетона, тем дольше он будет сопротивляться накоплению в приарматурной зоне критического количества ионов хлоридов.

7.12 Потеря массы после циклов замораживания-оттаивания – это испытание, аналогичное отечественному методу определения морозостойкости цементобетона. Определяется по потере массы после циклов замораживания-оттаивания.

7.13 Водопоглощение и стойкость к щелочному раствору – прирост массы цементобетонного образца, обработанного гидрофобной

пропиткой, который после выдерживания в воде не должен превышать 7,5 %, а после выдерживания в растворе NaOH –10% (по EN 13580–2002).

7.14 Скорость высыхания – это отношение скорости испарения воды из обработанного цементобетонного образца к скорости испарения из необработанного образца. Показывает эффективность гидрофобной пропитки.

7.15 Линейная усадка – уменьшение объема нанесенного покрытия после высыхания. Определяется как процентное соотношение линейных размеров высохшего и свеженанесенного покрытий.

7.16 Прочность при сжатии – сопротивление сжатию стандартного цементобетонного образца. Существует два класса: 1-й – для полиамидных дисков, 2-й – для стальных дисков.

7.17 Коэффициент теплового расширения – коэффицент теплового расширения покрытия толщиной более 1 мм при эксплуатации в условиях воздействия окружающей среды. Данный коэффициент должен примерно соответствовать коэффициенту теплового расширения железобетонных конструкций (около 10^{-5}).

7.18 Адгезия при поперечном разрезе – определение сцепления покрытия толщиной более 0,25 мм с цементобетонным основанием методом решетчатого надреза (аналогично ГОСТ 15140–78).

7.19 Проницаемость для углекислого газа – диффузионная проницаемость по CO_2 поверхности цементобетонного образца, обработанного пропиточным составом, определяется как отношение коэффициента проницаемости воздуха к коэффициенту проницаемости обработанного бетона и выражает собой диффузионный эквивалент воздушной прослойки в метрах. В соответствии с требованиями EN 1504–2–2008 эквивалент воздушной прослойки должен быть более 50 м.

7.20 Стойкость к сильной химической коррозии – стойкость покрытия, нанесенного на цементобетонный образец, к агрессивной жидкости, разделенной на классы – органические растворители, органические и неорганические кислоты и др. Осуществляется методом полного погружения образца в жидкость. Определяется через 1 сут, 3 сут, 28 сут по оценке внешнего вида и твердости по Шору или Бухгольцу в сравнении с эталонным образцом.

7.21 Перекрытие трещин на цементобетонном основании. Физический смысл – эластичность покрытия на цементобетонном основании, которое подвергается деформациям двух типов: метод А – постоянное линейное продольное растяжение до момента образования на покрытии трещины, метод В – циклические растяжения с различными

Таблица 8 – Требования к свойствам ремонтного материала при выполнении мероприятия 3 (восстановлении цементобетона)

Наименование показателя	Величина показателя	Государственный стандарт
Прочность при сжатии, МПа, через: 4 ч 1 сут 28 сут	 ≥30 ≥40 ≥50	 ГОСТ 310.4-81 ГОСТ 10180-90 ГОСТ 10180-90
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, через: 1 сут 28 сут	 6 9	 ГОСТ 310.4-81 ГОСТ 10180-90
Морозостойкость (в солях), циклы	300	ГОСТ 10060.2-95 по третьему методу для бетонов дорожных и аэродромных покрытий
Модуль упругости, МПа (28 сут)	≥20000	ГОСТ 10181-2000
Коэффициент линейного температурного расширения, град.$^{-1}$	$(10-14)\cdot10^{-6}$	ГОСТ 24544-81
Усадка, %	Отсутствует	-
Водонепроницаемость	≥W8	ГОСТ 12730.5-84
Сульфатостойкость	0,95	ГОСТ 27677-88
Адгезия, МПа	≥1,5	ГОСТ 31356-2007

частотами, скоростями, величинами растяжения до образования трещины на покрытии. По окончании испытания покрытию присуждается класс по двум методам. Например, класс А.2 – покрытие перекрывает непрерывно раскрывающуюся трещину более чем на 0,25 мм, но менее 0,5 мм.

7.22 Адгезия к влажному цементобетону – сцепление покрытия с влажным или свежеуложенным цементобетоном (МС 0,4) – определяется методом прямого отрыва. Также оценивается качество поверхности и состояние покрытия после 56 дней его выдерживания во влажных условиях.

7.23 Искусственное воздействие атмосферы – стойкость покрытия к воздействию циклов УФ излучения и высокой влажности.

7.24 В таблице 8 приведены требования к свойствам ремонтного материала при восстановлении цементобетона (выполнении мероприятия 3).

8 Контроль качества при производстве ремонтных работ

8.1 При выполнении ремонтных работ следует осуществлять входной, операционный и приемочный контроль. Основной задачей контроля является обеспечение соответствия выполненных работ требованиям заказчика проекта, а также стандартов, норм и правил, других нормативных документов.

8.2 При входном контроле необходимо проверять наличие паспортов, сертификатов и другой необходимой документации, регулярно вести журнал по контролю качества исходных материалов, фиксировать номера партий материалов, заводы изготовители, даты изготовления и исследования проб, окончания гарантийного срока хранения, условия фактического хранения, а также результаты проверки качества материалов.

Входной контроль качества материалов, используемых для приготовления цементобетонной смеси, выходных параметров этой смеси, цементобетонов по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости должен быть обеспечен лабораторией завода-изготовителя смеси и лаборантом построечной лаборатории с ведением журнального учета времени укладки и параметров смеси [4].

8.3 Операционный контроль проводит подрядная организация в ходе выполнения ремонтных работ с целью своевременного выявления нарушений технологии производства работ и их устранения.

8.3.1 При выполнении ремонта цементобетонных покрытий автомобильных дорог операционному контролю подлежат все

технологические операции по каждому виду работ. Регламент операционного контроля качества разрабатывает подрядная организация и согласовывает его с заказчиком. Регламент следует устанавливать с учетом применяемых материалов и технических решений.

8.3.2 Контроль качества подготовки бетонных, армобетонных и железобетонных конструкций и поверхностей для выполнения ремонтных работ производят в соответствии с требованиями настоящего методического документа.

8.3.3 При подготовке цементобетонных поверхностей к ремонту следует контролировать последовательность и правильность выполнения технологических операций по удалению дефектного цементобетона, степень увлажнения подготовленных поверхностей перед укладкой ремонтного состава. Прочность при сжатии может быть проверена в реальных условиях путем прямых измерений прочности.

8.3.4 При приготовлении цементобетонной смеси обязательному контролю подлежат дозировка воды затворения, время перемешивания смеси, а также ее однородность. Точность дозирования обеспечивается использованием мерной посуды с нанесенными на ее стенки градуировочными делениями. Погрешность дозирования воды затворения не должна превышать ±1% по массе.

При нанесении материалов контролируются расход материала, толщина слоя, время ухода за свежеуложенными ремонтными материалами.

8.3.5 Контроль качества цементобетона, ремонтных и инъекционных растворов по прочности следует осуществлять путем испытания контрольных образцов, которые сразу после изготовления необходимо установить вблизи поверхности цементобетона под тепловлагозащитное покрытие, предварительно обернув в пленку формы с образцами. Формы следует хранить под тепловлагозащитным покрытием до момента испытания. После снятия тепловлагозащитного покрытия контрольные образцы распалубливают и хранят до момента испытаний в нормальных условиях в соответствии с ГОСТ 10180–90 и руководством [4].

8.3.6 Контроль подвижности, воздухосодержания, температуры ремонтной смеси на месте укладки и соблюдение других нормативных требований выполняют в соответствии с существующими нормативными документами и методиками.

8.3.7 Особое внимание следует уделять контролю температур укладываемой цементобетонной смеси, основания, на которое распределяется эта смесь, а также контролю соответствия разности

температур укладываемой смеси и основания, которая не должна превышать 5°С; контролю температур цементобетона в процессе твердения; соблюдению требований по тепловлажностному уходу за ним.

8.3.8 Температуру твердеющего цементобетона и наружного воздуха допускается контролировать с помощью портативных мультиметров с термопарами, электронных потенциометров, электронных ртутных и спиртовых термометров.

При производстве работ следует контролировать правильность установки опалубки в зонах проведения ремонта.

8.4 Приемка работ при ремонте цементобетонных покрытий автомобильных дорог осуществляется в соответствии с законодательными актами, стандартами, строительными нормами и правилами, другими нормативными документами, действующими в Российской Федерации.

8.4.1 Выполненные работы предъявляются подрядчиком к приемке приемочной комиссии. Приемка работ оформляется актами установленной формы. Датой приемки работ считается дата подписания акта приемочной комиссией. Для законченных ремонтом автомобильных дорог с этой даты начинается гарантийный срок.

8.4.2 Промежуточная приемка (освидетельствование) скрытых работ производится по мере окончания работ или восстановления конструктивных элементов, отнесенных к категории скрытых работ. Такими работами являются: установка арматурных стержней и арматурных каркасов, прокладок для швов, запрессовка уплотнительного шнура и т.д.

8.4.3 Освидетельствование скрытых работ проводит комиссия, включающая представителей подрядчика, заказчика и проектной организации. По решению заказчика для освидетельствования могут привлекаться специалисты-эксперты, лаборанты и геодезисты.

8.4.4 При освидетельствовании скрытых работ производят проверку правильности их выполнения в реальных условиях; знакомство с технической документацией, изучение материалов технического надзора, независимого контроля качества работ.

8.4.5 По результатам освидетельствования скрытых работ оформляют соответствующий акт. В акте дается оценка соответствия выполненных работ действующим нормативным документам.

Акты освидетельствования скрытых работ и промежуточной приемки ответственных конструкций составляют в трех экземплярах и

после подписания хранят у заказчика, подрядчика и в проектной организации.

8.4.6 Приемку выполненных работ по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог осуществляет комиссия в составе представителя подрядчика, заказчика и проектной организации. Материалы и необходимые условия для работы комиссии готовит подрядчик.

Комиссия определяет объемы работ, осуществляет их освидетельствование (правильность выполнения в реальных условиях), знакомится с технической документацией, изучает материалы технического надзора, рекламации надзорных организаций.

8.4.7 Не производится приемка работ по ремонту: при наличии отступлений от проектной документации, не согласованных в установленном порядке; при наличии нарушений обязательных требований нормативных документов; если нарушение требований норм повлекло за собой снижение уровня безопасности дорожного движения, потерю прочности, устойчивости, надежности сооружений, их частей или отдельных элементов.

8.4.8 Если нарушение повлекло за собой снижение прочности, устойчивости, надежности объекта (его частей элементов), заказчик имеет право в одностороннем порядке снизить сумму оплаты за выполненные работы. Штрафные санкции не освобождают подрядчика от обязанности устранения допущенных им нарушений и возмещения ущерба.

8.4.9 По завершении ремонтных работ проверяется качество ремонта на ровность поверхности, отсутствие раковин и каверн визуально или специальными шаблонами.

8.4.10 Прочность цементобетона на отремонтированном участке определяется неразрушающим методом испытания контрольных образцов или с помощью склерометра (молотка Шмидта). При больших объемах ремонтно-строительных работ для объективного контроля качества в строительной лаборатории изготовляют из рабочего состава контрольные образцы, по которым определяют прочность при сжатии, согласно технической документации производителя и требованиям соответствующих норм, и производят испытание этих образцов.

Прочность сцепления ремонтных материалов с основанием (адгезию), а также подвижность, морозостойкость, в том числе контактной зоны, следует контролировать по ГОСТ 31356–2007 и ГОСТ 10060.0–95.

9 Рекомендуемые требования техники безопасности при производстве ремонтных работ

9.1 При производстве ремонтных работ должны соблюдаться требования СНиП 12–04–2002 [5].

9.2 При работе с ремонтными составами обязательно применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) по ГОСТ 12.4.011–89 и ГОСТ 12.4.103–83, в том числе спецодежды, спецобуви, резиновых перчаток, касок, защитных очков по ГОСТ 12.4.153–85. Для защиты органов дыхания следует использовать СИЗ по ГОСТ 12.4.041–2001, для защиты лица и глаз – по ГОСТ 12.4.153–85.

9.3 При применении сухих строительных смесей на цементных вяжущих необходимо соблюдений требований ГОСТ 31357–2007.

9.4 Необходимо соблюдение мер личной гигиены, требований ГОСТ 12.1.005–88 и ГОСТ 12.1.007–76.

9.5 Следует избегать попадания применяемых материалов в глаза и на кожу. В случае раздражения пораженные места необходимо тщательно промыть водой и обратиться к врачу.

Библиография

[1] Долговечность эксплуататируемых бетонных покрытий аэродромов, 2007

[2] Книга линейного работника дорожного хозяйства, 2009

[3] Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог, 2003

[4] Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом обеспечения совместимости материалов, 2010

[5] СНиП 12.04–2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство

ОКС
Ключевые слова: автомобильная дорога, разрушение покрытия, ремонт, цементобетонное покрытие, высокопрочные и быстротвердеющие материалы, сухие бетонные смеси

Руководитель организации-разработчика

Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ)

Проректор по научной работе _____ А.М. Иванов

gost.e-ecolog.ru