

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА
ПРИ РЕМОНТЕ МОСТОВЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

Москва 2011

ОДМ 218.2.014-2011

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

Утвержден
Распоряжением Росавтодора
от «30» декабря 2011 г. № 1043-р

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА
ПРИ РЕМОНТЕ МОСТОВЫХ
СООРУЖЕНИЙ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ДОРОЖНОЕ АГЕНТСТВО
(РОСАВТОДОР)**

Москва 2011

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАН: ООО «Научно-производственная компания «ВОЛВЕК ПЛЮС» с учетом результатов исследований, разработок ученых, замечаний и предложений научно-исследовательских, проектных, подрядных организаций.

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

3. ПРИНЯТ И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ: распоряжением Федерального дорожного агентства Министерства транспорта Российской Федерации от «30» декабря 2011 г. № 1043-р

4. ВВОДИТСЯ ВПЕРВЫЕ.

5. ИМЕЕТ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР.

Настоящий отраслевой Методический документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального дорожного агентства.

Содержание

Раздел 1. Область применения.....	6
Раздел 2. Нормативные ссылки.....	7
Раздел 3. Термины, определения, обозначения и сокращения	11
Раздел 4. Общие положения.....	12
Раздел 5. Требования к материалам сталефибробетонных конструкций.....	12
5.1. Общие требования к сталефибробетону.....	12
5.2. Сталефибробетонные смеси.....	13
5.3. Подбор состава сталефибробетона.....	17
Раздел 6. Технология приготовления сталефибробетонных смесей.....	18
6.1. Общие положения.....	18
6.2. Особенности приготовления сталефибробетонных смесей в бетоносмесителях различных типов.....	22
Раздел 7. Контроль качества сталефибробетона.....	30
7.1. Контроль качества сталефибробетона при приемке конструкций.....	30
7.2. Входной контроль материалов.....	31
7.3. Операционный контроль.....	32
7.4. Контроль качества сталефибробетонной смеси.....	33
7.5. Контроль качества сталефибробетона при устройстве монолитных конструкций.....	34
7.6. Определение характеристик сталефибробетона.....	35
Раздел 8. Транспортирование сталефибробетонных смесей.....	37
Раздел 9. Укладка, уплотнение и уход за конструкциями из сталефибробетона	38
9.1. Общие положения.....	38
9.2. Особенности технологии устройства однослойного конструктивного слоя из сталефибробетона, включённого в совместную работу с пролетным строением	43
9.3. Обеспечение сцепления сталефибробетона с бетоном основания.....	45
Раздел 10. Методы и способы применения сталефибробетона при ремонте мостовых конструкций	46
10.1. Требования к ремонтным составам.....	46
10.2. Последовательность этапов по применению СФБ-техноло- гий при проведении ремонтов конструкций мостовых сооружений	46
10.3. Виды рекомендуемых СФБ-технологий для производства ремонтных работ в зависимости от обстоятельств их проведения.....	47
10.4. Приготовление СФБ на базе сухих СФБ-смесей.....	51
Раздел 11. Конструкторско-технологические расчёты	

(методика определения повышения несущей способности пролетного строения).....	52
Раздел 12 Эффективность применения сталефибробетона при ремонте мостовых сооружений	55
Раздел 13. Требования безопасности и охрана окружающей среды.....	56
Приложение А. Рекомендуемые составы сталефибробетонов....	58
Приложение Б. Подача фибры в бетономешалку с принудительным перемешиванием.....	64
Приложение В. Форма документа о качестве сталефибробетонной смеси.....	66
Приложение Г. Примеры праймеров и клеевых составов для обеспечения заданной проектом адгезии ремонтных составов СФБ к бетону основания	67
Приложение Д. Физико-механические характеристики сухих смесей, рекомендуемых в качестве ремонтных СФБ-составов.....	72
Приложение Е Перечень организаций и отдельных ученых, исследования, разработки и предложения которых учтены в ОДМ.....	77
Приложение Ж Библиография.....	78

ОТРАСЛЕВОЙ ДОРОЖНЫЙ МЕТОДИЧЕСКИЙ ДОКУМЕНТ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА
ПРИ РЕМОНТЕ МОСТОВ****1 Область применения**

Настоящий отраслевой дорожный методический документ устанавливает рекомендации по применению сталефибробетона при ремонте мостовых сооружений и предназначен для использования в процессах ремонта, реконструкции, строительства и содержания мостовых сооружений на автомобильных дорогах федерального, регионального, муниципального, местного значения, а также при выполнении работ по проектированию, научно-техническому сопровождению, контролю при изготовлении конструкций, ремонте и содержании этих сооружений.

Сталефибробетон рекомендуется применять в:

- плите проезжей части;
- однослойной конструкции дорожной одежды в конструкциях, требующих повышения несущей способности пролетного строения;
- швах омоноличивания, в приливах к деформационным швам;
- выравнивающем и защитном слоях дорожной одежды;
- ограждениях, покрытиях тротуаров, карнизных блоках на железобетонных и сталежелезобетонных пролетных строениях, в лестничных маршах, подферменниках, оголовках и облицовке опор, водопропускных трубах, водоотводных лотках и других бетонных и железобетонных конструкциях;
- при ремонтах дефектных непроработанных, разрушенных участков бетонных конструкций глубиной более 40 мм, ремонтируемых с применением

накладной опалубки;

- в опорах мостовых сооружений, требующих ремонта.

Эффективность применения сталефибробетона в сравнении с обычным бетоном определяется такими свойствами, как повышенная трещиностойкость, водонепроницаемость и морозостойкость, а также в 2-3 раза более высокой прочностью на осевое растяжение и прочностью на растяжение при изгибе, бóльшей ударопрочностью (в 8 – 10 раз), низкой усадкой.

Применение сталефибробетона позволяет значительно увеличить межремонтные сроки, эксплуатационную надежность, сократить затраты при ремонте и содержании мостовых сооружений.

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

2 Нормативные ссылки

В настоящем методическом документе использованы нормативные ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 310.1-76 Цементы. Методы испытаний. Общие положения
- ГОСТ 310.3-76 Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема
- ГОСТ 310.4-81 Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии
- ГОСТ 1579-93 (ИСО 7801-84) Проволока. Метод испытания на перегиб
- ГОСТ 7473-94 Смеси бетонные. Технические условия
- 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 8269.1-97 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа
- ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний
- ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия
- 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 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний
ГОСТ 10354-82 Пленка полиэтиленовая. Технические условия
ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости
ГОСТ 13087-81 Бетоны. Методы определения истираемости
ГОСТ 21779-82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски
ГОСТ 22690-88 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля
ГОСТ 22904-93 Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры
ГОСТ 23732-79 Вода для бетонов и растворов. Технические условия
ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона
ГОСТ 24544-81 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести
ГОСТ 24545-81 Бетоны. Методы испытаний на выносливость
ГОСТ 26433.0-85 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения
ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
ГОСТ 30108-94 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов
ГОСТ 27006-86 Бетоны. Правила подбора состава
ГОСТ 30744-2001 Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка
ГОСТ 31356-2007 Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Методы испытаний
ГОСТ Р 52751-2007 Плиты из сталефибробетона для пролетных строений мостов. Технические условия
ГОСТ Р 52748-2007 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения
ГОСТ 12.3.002-75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.061-81 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам
ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ Р 12.3.047-98 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля

ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление

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

ГОСТ 12.3.009-76 Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.020-80 Система стандартов безопасности труда. Процессы перемещения грузов на предприятиях. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 8.589-2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Контроль загрязнения окружающей природной среды. Метрологическое обеспечение. Основные положения

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

В настоящем ОДМ применены следующие термины с соответствующими определениями.

1 сталефибробетон (СФБ): Тяжелый или мелкозернистый бетон (бетоно - матрица), армированный равномерно распределенными в его объеме стальными фибрами.

2 бетоно – матрица: Тяжелый или мелкозернистый бетон по ГОСТ 26633-91* .

3 фибра стальная: Стальные волокна, полученные фрезерованием металлического листа.

4 коэффициент фибрового армирования по объему μ_f^v : Относительное объемное содержание фибр в единице объема сталефибробетона в процентах.

5 коэффициент фибрового армирования по массе μ_f^m : Отношение массы фибр, содержащихся в единице объема сталефибробетона, к массе этой единицы объема, в процентах.

6 СФБ-технология: Технология с применением сталефибробетона.

7 СФБ-конструкция: Конструкция из сталефибробетона.

8 СФБ-конструкция с комбинированным армированием:

Конструкция из сталефибробетона, имеющая помимо фибровой арматуры обычную или преднапряженную арматуру.

9 РПА-технология: Технология с активацией воды затворения.

10 ЦКК: Цементно-коллоидный клей.

11 R_b , R_{bt} , R_{fb} : Расчетное сопротивление бетона соответственно осевому сжатию, растяжению, растяжению при изгибе.

12 R_{fb} , R_{fbt} , R_{ftb} : Расчетное сопротивление сталефибробетона соответственно осевому сжатию, растяжению, растяжению при изгибе.

Условное обозначение сталефибробетонной смеси рекомендуется принимать по аналогии с ГОСТ 7473-94 или соответствующими техническими условиями на сталефибробетонную смесь с добавлением дополнительных букв «СФ»:

Пример условного обозначения сталефибробетонной смеси, готовой к употреблению: ТСФБ В40; Вt2,5; Вtb5,2; F300; W12; ПЗ; ТУ 1231-001-70832021-2010 – сталефибробетонная смесь из тяжелого бетона класса по прочности на сжатие В40; на осевое растяжение Вt2,5; на растяжение при изгибе Вtb5,2; марки по морозостойкости F300; по водонепроницаемости W12; по удобоукладываемости (подвижности) ПЗ; фибра по ТУ 1231-001-70832021-2010.

Ремонтная сталефибробетонная смесь на основе сухого состава марки «РМ-26» по ТУ-5715-001-11707286-03 обозначается следующим образом: СФБ РМ26 В40; F300; W10; ПЗ; ТУ-5715-001-11707286-03.

4 Общие положения

4.1 Настоящие Рекомендации устанавливают требования к конструкциям, выполняемым из сталефибробетона, по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, износостойкости, трещиностойкости.

4.2 Рекомендации устанавливают технические параметры составов сталефибробетонных смесей, требования к основным материалам и добавкам,

отражают особенности ремонта сборных и монолитных конструкций из сталефибробетона.

4.3 Рекомендации содержат основные положения по подбору, приготовлению сталефибробетонных смесей, их транспортированию, укладке и уходу за свежеложенным сталефибробетоном для качественного выполнения технологических операций на всех этапах и достижения проектного качества элементов конструкций, выполняемых с применением СФБ-технологий.

4.4 Рекомендации содержат основные положения применения расфасованных сухих сталефибробетонных смесей в качестве ремонтных материалов.

4.5 Рекомендации не распространяются на применение сталефибробетона в конструкциях, находящихся в условиях агрессивных сред по СНиП 2.03.11-85 или других воздействий, не учитываемых СП.35-13330.2011, составы сталефибробетона и технологию работ для которых необходимо корректировать с учётом требований соответствующих нормативных документов.

4.6 Конструкции из сталефибробетона предусмотрено изготавливать как в сборном (заводском), так и в монолитном исполнении на стройплощадке с уплотнением сталефибробетона виброрейкой или вибраторами, а также нанесением составов на ремонтируемые поверхности методами торкретирования и центрифугирования.

4.7 Твердение изделий из сталефибробетона может осуществляться как в естественных условиях, так в условиях тепловлажностной обработки в соответствии с технологическими регламентами производителя работ по изготовлению конструкций из сталефибробетона.

5 Требования к материалам сталефибробетонных конструкций

5.1 Общие требования к сталефибробетону

5.1.1 Сталефибробетон является разновидностью дисперсно –

армированного бетона (железобетона), в котором в качестве арматуры применены стальные фибры, равномерно распределённые по объёму. Совместная работа бетонной матрицы и стальных фибр обеспечивается поверхностным сцеплением бетона с фибрами и эффектом анкерования стальных фибр в бетоне специальной формы анкерами на концах.

5.1.2 Для приготовления сталефибробетона в качестве бетона-матрицы следует применять мелкозернистый тяжелый бетон со средней плотностью более 2200 кг/м^3 в соответствии с п. 3.18 СНиП 2.05.03-84*.

5.1.3 Для конструкций из сталефибробетона в зависимости от их вида и условий работы рекомендуется применять бетоно-матрицы следующих классов и марок в соответствии с ГОСТ 26633:

- классов по прочности на сжатие: тяжёлый, мелкозернистый В25; В30; В35; В40; В45; В50 и В60;

- классов по прочности на осевое растяжение: Вt 2; Вt 2.4; Вt 2.8; Вt 3.2; Вt 3.8; Вt 4.0;

марок по морозостойкости (в том числе при испытаниях в солях): F200; F250; F300; F400; F500;

- марок по водонепроницаемости: W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20.

5.1.4 Требования по морозостойкости и водонепроницаемости сталефибробетона принимают в зависимости от условий работы конструкций по СНиП 2.05.03-84*, СНиП 23-01-99.

5.1.5 Фактическая прочность бетона на сжатие должна соответствовать требуемой, определяемой в зависимости от нормируемого значения прочности бетона-матрицы для данного класса и характеристик фактической однородности бетона. Значение нормируемой отпускной прочности бетона-матрицы на сжатие устанавливают в проектах на изделие и принимают не менее 70 % марочной прочности.

5.1.6 Величина адгезии сталефибробетона к бетону конструкций на отрыв должна быть не ниже 1,5 МПа.

5.1.7 Коэффициент сцепления сталефибробетона покрытия проезжей части не отличаются от коэффициента сцепления обычного дорожного бетона и определяется в соответствии с ГОСТ Р 50597-93.

Показатели истираемости сталефибробетона покрытия проезжей части мостов определяют по ГОСТ 13087-81.

5.1.8 Для конструкции дорожной одежды проезжей части мостовых сооружений, трещиностойкость обеспечивается выполнением требований проекта по прочности на растяжение при изгибе R_{tb} , величина которой должна быть не менее 2,5 МПа (расчетная).

5.2 Сталефибробетонные смеси

5.2.1 Общие требования

5.2.1.1 Сталефибробетонная смесь должна удовлетворять требованиям ГОСТ 7473-94 и настоящих Рекомендаций.

5.2.1.2 Для приготовления сталефибробетонной смеси используют следующие материалы: цемент, заполнители, химические добавки, воду и стальную фибру.

5.2.1.3 Основными показателями качества сталефибробетонной смеси являются:

- однородность состава смеси (в т. ч. по равномерности распределения фибры по объему бетоно-матрицы);
- удобоукладываемость (подвижность);
- отсутствие расслаиваемости смеси, укладываемой в конструкцию.

5.2.2 Требования к материалам.

5.2.2.1 В качестве вяжущих для приготовления сталефибробетона мостовых конструкций следует использовать бездобавочные портландцементы (с количеством инертных и активных добавок менее 5 %) с содержанием гидрата оксида кальция C_3A менее 8 % и прочностью на сжатие не менее 40 МПа, удовлетворяющие требованиям СНиП 3.06.04-91 и ГОСТ 10178-85*.

5.2.2.2 В качестве крупного заполнителя для сталефибробетона следует применять щебень из плотных горных пород по ГОСТ 8267-93* и

ГОСТ 26633-91*. Показатели качества крупного заполнителя определяют по ГОСТ 8269.0-97* и ГОСТ 8269.1-97. Крупный заполнитель рекомендуется применять в виде отдельно дозируемых фракций от 5 до 10 мм и от 10 до 20 мм: фракция от 5 до 10 мм – от 25 до 40% и фракция от 10 до 20 мм – от 60 до 75% по массе. В соответствии со СНиП 3.06.04-91 допускается применять одну фракцию заполнителя от 5 до 20 мм. Содержание пылеватых и глинистых частиц в щебне не должно превышать 1% по массе. Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм в крупном заполнителе не должно превышать 25% по массе.

5.2.2.3 В качестве мелкого заполнителя для сталефибробетона рекомендуется применять кварцевый песок, а также пески из отсевов дробления и их смеси, отвечающие требованиям ГОСТ 8736-93*. В целях обеспечения высокой прочности на изгиб и сжатие сталефибробетона для конструкций дорожных одежд мостовых сооружений рекомендуется применять чистые сухие пески с модулем крупности 2,2 и выше. А состав сталефибробетона следует подбирать таким образом, чтобы коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя не превышал 10 %. Показатели качества песка определяют по ГОСТ 8735-88*. Содержание пылевидных и глинистых частиц в песке не должно превышать 2 % по массе, в том числе содержание глины в комках должно быть не более 0,5 %.

5.2.2.4 Для обеспечения технологичности смесей в приготовлении и укладке и достижения высоких физико-механических характеристик сталефибробетона в конструкциях стальная фибра должна иметь:

- высокую дисперсность $\ell/d_{\text{усл}} = 60 \div 80$ при условном диаметре $d_{\text{усл}} = 0,45 \div 0,65$, где ℓ – общая длина фибры.

- общую длину фибры не менее чем в 1,8 раза больше максимального размера заполнителя; с увеличением длины фибры сверх этого показателя появляется тенденция к снижению равномерности распределения фибры в объеме бетона и появлению «ежей»; уменьшение длины фибры ниже этого показателя ведет к снижению показателей физико-механических

характеристик.

- прочность на растяжение материала фибры должна быть выше прочности на сжатие матричного бетона не менее чем на 35 % и не более чем на 50 % (для полного использования потенциала прочности при работе стальной фибры в бетоне и исключения излишней прочности);

- высокую анкеруемость концов фибр в бетоне (анкеровка концов фибр должна полностью исключать их выдергивание из бетона под действием нагрузок; анкера должны быть максимально разнесены по длине фибры для обеспечения максимальной длины ее активной, работающей части);

- высокую изгибную прочность; фибра должна выдерживать не менее трех загибов на 90° вокруг оправки диаметром 3 мм при испытаниях по ГОСТ 1579-93 (повышенная жесткость фибр способствует снижению плотности СФБ при виброуплотнении);

- рекомендуемый расход фибры по объему может составлять от 0.6 % до 2.0 % и зависит от заданных проектных прочностных характеристик сталефибробетона.

5.2.2.5 Для регулирования свойств сталефибробетонных смесей, обеспечения их подвижности, удобоукладываемости, снижения расхода цемента, снижения тенденции к расслаиваемости при транспортировании и укладке, а также необходимой водонепроницаемости и морозостойкости сталефибробетона следует применять пластифицирующие, воздухововлекающие и комплексные добавки, подбираемые в зависимости от требуемых конструкторско-технологических характеристик сталефибробетона.

Химические добавки для сталефибробетона должны соответствовать требованиям ГОСТ 24211-2003, ГОСТ 26633-91*. Выбор вида добавок следует производить в соответствии с указаниями СНиП 3.06.04-91 (Приложение 3, п.7). Применение их должно осуществляться на основе лабораторных исследований подобранных составов и пробного практического применения.

5.2.2.6 Вода для сталефибробетонных смесей должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79;

5.2.2.7 Нанодобавки, используемые для получения сталефибробетона с определенными проектом повышенными физико-механическими характеристиками, должны подбираться в соответствии с рекомендациями и техническими условиями изготовителя и применяться после тщательных лабораторных исследований и пробного практического применения.

5.2.2.8 Исходные материалы, применяемые для приготовления сталефибробетонных смесей, согласно требованиям ГОСТ 30108-94, должны иметь удельную эффективную активность ($A_{эфф}$) естественных радионуклидов менее 370 Бк/кг;

5.3 Подбор состава сталефибробетона

5.3.1 Подбор состава сталефибробетона рекомендуется проводить минимум за 2 месяца до проведения работ на объекте, чтобы иметь возможность провести все необходимые исследования и испытания.

5.3.2 Подбор состава сталефибробетона рекомендуется проводить по методике, изложенной в РТМ 17-03-2003 (п.6.2 и Приложение А), с учетом положений настоящих Рекомендаций и обязательным проведением испытаний в лаборатории и полевых условиях для определения соответствия физико-механических характеристик СФБ требуемым.

5.3.3 Упрощенный подбор состава СФБ рекомендуется проводить по следующей методике: за матричный бетон на применяемых организацией материалах принимать наиболее освоенный состав бетона (с учетом положений настоящих Методических рекомендаций...) со стабильно получаемыми высокими физико-механическими характеристиками. Количество фибры вводится в матричный состав бетона, исходя из того, что увеличение концентрации фибры в матричном бетоне от 40 до 100 кг/м³ (считая 40 кг/м³ за начало отсчета) увеличивает, как минимум: прочность на сжатие на 10 %, прочность на растяжение при изгибе на 200 %, морозостойкость до марки F-300; исходя из этих величин, определяется

номинальное количество фибры; дополнительно подбираются еще два состава бетона: в одном увеличить количество фибры на 10% от номинала; во втором составе уменьшить количество фибры от номинала на 10%. После этого, по каждому из 3 рецептов состава бетонной смеси изготавливаются пробные замесы, на которых для обеспечения требуемой удобоукладываемости бетонной смеси уточняется вид и количество пластифицирующих добавок.

Изготавливается необходимое количество бетонной смеси, формуруются образцы для проведения предварительных испытаний на соответствие подбором требуемым физико-механическим характеристикам сталефибробетона - сжатие, растяжение при изгибе, водонепроницаемость и морозостойкость. По результатам проведенной работы проводится окончательная корректировка количества вводимой фибры, проводятся испытания свойств полученной СФБ-смеси и физико-механических характеристик СФБ в лаборатории и в полевых условиях для принятия решения о применении сталефибробетона в практической работе.

5.3.4 Рекомендуемые составы сталефибробетонов приведены в Приложении А. Практическое применение их возможно после проведения исследований в лаборатории и в полевых условиях на местных материалах и последующей необходимой корректировки.

5.3.5 Корректировку принятого и используемого рабочего состава производят, если по данным входного контроля качества заполнителей и операционного контроля установлено изменение качества показателей материалов или фибробетонной смеси более чем на:

- 2 абсолютных % – содержания песка в щебне или щебня в песке,
- 0,5 абсолютных % – влажности заполнителей,
- 2 см – осадки конуса фибробетонной смеси,
- 2,5 МПа – фактической прочности цемента,
- 1,5 абсолютных % изменения нормальной плотности цемента.

6 Технология приготовления сталефибробетонных смесей

6.1 Общие положения

6.1.1 Сталефибробетонные смеси следует приготавливать преимущественно в стационарных условиях производства в действующих бетоносмесительных установках (БСУ) с автоматическим или полуавтоматическим дозированием компонентов по массе. Возможно также приготовление сталефибробетонных смесей в автобетоносмесителях.

6.1.2 Приготовление сталефибробетонной смеси следует производить в соответствии с требованиями ГОСТ 7473-94 и СНиП 3.06.04-91 по технологическому регламенту, утвержденному в установленном порядке. В случае применения РПА-технологии приготовление СФБ-смесей следует производить в соответствии с ГОСТ Р 52751 п. В.2.

6.1.3 В течение каждой производственной смены перед загрузкой бетоносмесителя проверяют его чистоту и исправность ведущих технологических агрегатов.

6.1.4 Дозирование компонентов сталефибробетонной смеси производят по массе. Погрешности при дозировании не должны превышать следующих значений:

- для цемента, воды, добавок, фибры ± 1 %;
- для инертных заполнителей ± 2 %.

Точность дозирования компонентов в процессе приготовления смеси необходимо жестко контролировать, рекомендуется в автоматическом режиме с внесением данных с датчиков в рабочие журналы для оперативного контроля. В случае отсутствия такой возможности, принимать меры организационного характера, отражающие ответственность исполнителей за качественное производство работ.

6.1.5 Для каждого рабочего замеса необходимое количество фибры подают к смесительному оборудованию в таре с фиксированной массой фибры в ней.

6.1.6 При приготовлении сталефибробетонных смесей необходимо строго контролировать водоцементное отношение смеси в строгом

соответствии с опытными замесами. Отклонения В/Ц могут привести к чрезмерному загущению СФБ-смеси, что может вызвать поломку лопаток смесителя, перегрузку электродвигателя и др., либо повлечь за собой увеличение разжижения смеси с появлением комков-«ежей» фибры.

6.1.7 Для равномерного распределения фибры по объёму смеси без образования сгустков и комков-«ежей» введение компонентов смеси необходимо осуществлять строго в следующей последовательности: сначала перемешивают щебень с фиброй, затем вводят песок, цемент и воду с добавками.

Рекомендуется подачу фибры в ёмкость смесителя осуществлять с некоторым отставанием по времени (минимум от 10 до 15 сек) от начала подачи щебня. При этом скорость подачи фибры рассеянным равномерным потоком должна составлять примерно от 1,5 до 2 кг/сек при подаче вручную и не более 3 кг/сек в случае подачи с помощью вибротолка с сеткой. В любом случае необходимо контролировать наличие «ежей» в смеси и, если они появляются, скорость подачи фибры должна быть снижена. Оптимальную скорость подачи выбирают при пробных замесах. Для этого по окончании этапа перемешивания фибры со щебнем останавливают смеситель и проверяют смесь на наличие «ежей», после чего соответственно корректируют скорость подачи фибры. Подбранную скорость необходимо соблюдать в дальнейшем при приготовлении СФБ-смесей в рабочем режиме.

Последующую подачу компонентов – песка, цемента и воды с содержащимися в ней добавками необходимо осуществлять только после окончания введения фибры и после периода перемешивания ее в объёме щебня в течение от 10 до 15 сек.

6.1.8 В случае применения РПА-технологии для активации воды затворения с добавками, позволяющей получить высокопрочные сталефибробетоны ускоренного твердения, активированную водную суспензию (цементно-коллоидный клей) вводят в сухую сталефибробетонную смесь. РПА-технология заключается в приготовлении водной суспензии из

воды затворения и добавки ЦМИД-4 (~2 % от расхода цемента по массе), которую при необходимости с небольшим количеством цемента (до ~10 %) подвергают кратковременной переработке (в течение 40 сек) в роторно-пульсационном аппарате (РПА) до образования цементно-коллоидного клея (ЦКК), который равномерно распределяет цемент по всей поверхности инертных, увеличивая сцепление стальной фибры с бетоно-матрицей.

6.1.9 Время перемешивания сталефибробетонных смесей по окончании введения всех компонентов должно быть минимально необходимым для получения требуемого качества смеси. Длительность перемешивания определяют опытным путем, после чего ее следует строго выдерживать в связи с возможностью появления комков фибры (“ежей”) в смеси в случае необоснованного её увеличения, особенно при значениях осадки конуса смеси ≥ 8 см.

6.1.10 Фибра при перемешивании должна быть равномерно распределена по всему объему смеси. Если в процессе перемешивания будет установлена неравномерность распределения фибры (п.7.4.2.), то следует проверить правильность последовательности введения компонентов в бетоносмеситель, скорость и равномерность подачи фибры, степень ее рассева при введении. При необходимости экстренной отладки технологического процесса, если установлено, что все условия, оговоренные выше, соблюдены, но не выяснена причина неравномерности распределения фибры, следует увеличить время перемешивания смеси при одновременном уменьшении В/Ц (снижение ОК от 3 до 5 см).

6.1.11 При приготовлении сталефибробетонных смесей в бетоносмесителях принудительного действия с целью исключения возможной перегрузки привода и поломки лопаток смесителя объёмы рабочих замесов рекомендуется снижать от 20% до 30% по сравнению с объёмами аналогичных замесов тяжелого бетона без фибры.

Рекомендуется оптимальную степень загрузки бетоносмесителя определять перед производством работ опытным путём по степени

использования мощности привода, постепенно увеличивая объём загрузки смесителя (начиная с 50 % объёма) от замеса к замесу.

6.1.12 Равномерную подачу фибры в работающий смеситель рекомендуется осуществлять с использованием вибросита, установленного над бетоносмесителем (Приложение Б). Фибру (навеску на замес) высыпают на вибросито, включением которого обеспечивают ее непрерывную и равномерную подачу в бетоносмеситель. Работу вибросита желательно синхронизировать с работой бетоносмесителя, осуществляя управление с одного пульта.

6.1.13 Лотки для подачи фибры (фибры со щебнем), а также сухой сталефибробетонной смеси должны иметь достаточное сечение (рекомендуемое 20×20 см или диаметром 20 см), не должно быть перепадов сечения. Не рекомендуются углы поворота более 15° и другие препятствия на пути прохождения указанных материалов.

В процессе производства работ следует внимательно следить за чистотой подающих устройств. По окончании каждой смены или перерывов в работе необходимо производить очистку всех полостей и рабочих поверхностей механизмов.

6.2 Особенности приготовления сталефибробетонных смесей в бетоносмесителях различных типов

6.2.1 Смесители с вертикальной осью вращения

Порядок подачи компонентов сталефибробетонной смеси приведён в п. 6.1.7 настоящих Рекомендаций.

При подаче щебня непосредственно из дозатора в рабочую емкость смесителя рекомендуется производить загрузку фибры непосредственно в ремонтный люк бетономешалки. Рекомендуется установить над люком приёмный бункер с высотой бортов от 35 до 40 см, оборудованный закреплённой на люке проволочной сеткой с ячейкой 70x70 мм (диаметр проволоки от 6 до 7 мм) (Приложение Б). При этом следует осуществлять механическое «ворошение» фибры путем:

- закрепления проволочной сетки на пружинах с установкой небольшого вибратора для принудительного вибропропуска фибры сквозь ячейки сетки;

- при небольших объемах сталефибробетона (от 5 до 10 замесов в смену) - ворошением фибры на сетке небольшими грабельками вручную.

Допускается подача фибры в смеситель в готовую бетонную смесь после перемешивания щебня, песка, цемента и половины требуемой дозы воды затворения. После подачи фибры в смесь рассеянным потоком, путём перемешивания, обеспечивающего равномерность распределения фибры (время перемешивания определяют при пробных замесах), производят подачу остальной части воды затворения и окончательное перемешивание смеси. Особое внимание следует обращать на степень загрузки смесителя при введении фибры, т.к. введение фибры резко уменьшает подвижность смеси.

6.2.2 Смесители гравитационного типа

Порядок подачи компонентов сталефибробетонной смеси принимают по п.6.1.7.

Допускается производить подачу фибры совместно со щебнем с использованием транспортёра. При этом способе подачи компонентов слой фибры на транспортёрной ленте обычно должен находиться сверху слоя щебня. Качество перемешивания будет более эффективно, если фибра при подаче ее на транспортер перемешивается с находящимся на нем щебнем.

6.2.3 Смесители роторного типа

Если подача компонентов в смеситель производится с помощью скипа, то порядок подачи компонентов сталефибробетонной смеси принимают по п. 6.1.7 настоящих Рекомендаций. Если осуществлять подачу щебня и фибры в ёмкость смесителя с использованием транспортёра, то руководствуются указаниями п. 6.2.1.

6.2.4 Смесители двухвальные (с двумя валами, расположенными в смесителе параллельно)

Порядок подачи компонентов сталефибробетонной смеси тот же, что

приведён в п. 6.1.7 настоящих Рекомендаций.

Необходимо отметить, что в бетоносмеситель указанного типа допускается введение фибры рассеянным потоком в готовую смесь. Это, как правило, не вызывает появления комков - «ежей» и равномерность распределения фибры может быть достигнута простым увеличением времени перемешивания. Более эффективное перемешивание достигается при этом с ОК менее 8 см.

6.2.5 Автобетоносмесители

В зависимости от условий проведения работ, расположения объекта строительства относительно стационарного бетоносмесительного оборудования, наличия у исполнителя определенного парка технологических устройств и приспособлений, квалификации работников и прочих условий рекомендуется применение следующих методов приготовления сталефибробетона :

6.2.5.1 При наличии стационарного бетоносмесительного оборудования:

6.2.5.1.1 Время транспортирования смеси автобетоносмесителем не превышает 50 % времени живучести смеси (от 1 до 1,5 часа).

Вариант 1. СФБ-смесь приготавливают в стационарном смесителе полностью готовой к употреблению и загружают в миксер для транспортирования. При этом в пункте выгрузки ОК должна быть не менее 8 см. Качество смеси гарантируется соблюдением технологического процесса приготовления СФБ работниками БСУ. Загрузка миксера полная.

Вариант 2. Замес матричной смеси необходимого состава (без фибры) выгружают в миксер. Рекомендуемая ОК при этом при первых 2 замесах от 3 до 5 см, после чего можно делать замесы с ОК от 7 до 8 см и, по окончании подачи смеси и от 20 до 30 секундного перемешивания, подать недоданный объем воды затворения с добавками. Вслед за ней, первой порцией, из расчета на этот объем смеси - через лоток из приемного бункера с площадки, специально пристроенной к бетоносмесительному оборудованию

(рис. 6.1), подают фибру. Циклы повторяют до загрузки в емкость миксера запланированного объема смеси.

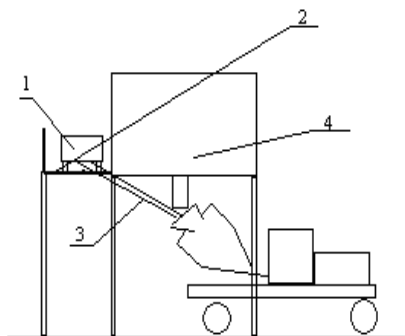


Рисунок 6.1 - Схема пристроенного к бетоносмесительному узлу оборудования для подачи бетонной смеси

- 1 - приёмный бункер с сеткой и вибратором;
- 2 - площадка для приёмного бункера и складирования ящиков с фиброй;
- 3 - лоток с вибратором для подачи фибры в устье миксера;
- 4 - бетоносмесительный узел.

Складирование мерной тары с фиброй предусматривают на площадке в оптимальных для работы количествах (как правило, для планируемого сменного выпуска СФБ).

Засыпку фибры в приемный бункер производят из расчета на весь объем смеси, замешиваемой в загружаемом миксере. Подачу фибры из приемного бункера в емкость миксера производят через лоток порциями, синхронно с выгрузками смеси в миксер из БСУ по мере ее приготовления (включение вибратора следует предусмотреть с места оператора БСУ); вращение емкости миксера постоянное.

Если длина лотка из приемного бункера не может достигать устья миксера, можно сделать укороченный лоток. При этом после подачи порции матричной смеси из стационарного бетоносмесителя автобетоновоз каждый раз задним ходом смещается назад под погрузку фибры, после чего возвращается в исходное положение для погрузки матричной смеси.

Перемещение такого челночного движения может достигать от 1,5 до 2 м.

ОК смеси в месте выгрузки должна составлять не менее 8 см. Загрузка миксера полная. Качество смеси гарантируется соблюдением технологического процесса приготовления СФБ работниками стационарного БСУ.

Вариант 3. В пустой вращающийся миксер засыпают фибру из расчета потребности на весь объем приготавливаемой в миксере СФБ-смеси. Первая порция матричного бетона (в объеме двух замесов), выгружаемая в миксер (с загруженной в него фиброй) из стационарного бетоносмесителя, должна иметь осадку конуса от 3 до 5 см не более. Это обеспечит равномерное распределение фибры по всему объему бетонной смеси. Затем обычным порядком подают замесами остальную готовую матричную (без фибры) смесь из БСУ. ОК матричной смеси допускается не более от 7 до 8 см.

После полной загрузки миксера смесь транспортируют на место производства работ. Допустимый объем загрузки миксера определяют опытным путем. При определенном износе механизмов миксера из-за увеличения жесткости смеси при подаче в матричный бетон фибры возможна остановка груши. Поэтому максимально возможное количество смеси, которое можно приготовить в данном миксере без неприятных последствий для него, определяют путем постепенного увеличения загрузки миксера смесью. Перемешивание смеси осуществляется в процессе транспортирования.

Категорически запрещается добавление воды в процессе транспортирования.

На месте производства работ производят корректировку ОК - до 8 см минимум, добавлением в миксер суперпластификатора (СП), разведенного в небольшом количестве воды (от 2 до 3 л). Емкость с разведенным суперпластификатором должна быть выдана водителю автобетоновоза и он обязан привезти ее на объект. В случае крайней необходимости (пробки на дорогах, поломка и т.п., вследствие чего может произойти загустевание смеси и остановка вращения груши) водитель может некоторое количество воды с

СП из этой емкости влить в смеситель для увеличения подвижности смеси. Количество суперпластификатора в смеси не должно превышать в сумме предельной концентрации, допускаемой инструкцией. Марка СП должна быть одинакова с той, которая применена при приготовлении матричной смеси на БСУ, т.к. применение разных марок СП может привести к непредсказуемым последствиям для качества бетона.

Данный вариант наиболее выгоден подрядчику в случае применения автобетоновоза для транспортировки СФБ-смеси, т.к. не требует затрат на организацию приготовления СФБ в стационарном смесителе. При этом полностью используются возможности автобетоносмесителя, но необходимо организовать рабочее место для засыпки фибры в пустую емкость миксера.

6.2.5.1.2 Время транспортирования бетонной смеси превышает 50% времени сохранения живучести смеси.

Вариант 1. Приготовленную на БСУ согласно п.6.1, сухую СФБ-смесь загружают во вращающийся миксер и транспортируют на объект. Во время транспортирования вращение емкости можно отключить, но в обязательном порядке периодически (через каждые 15-20 мин) следует подключать его для исключения чрезмерного уплотнения смеси, которое может серьезно осложнить проворачивание емкости. Особенно это важно при плохом состоянии дороги. Должно быть рассчитано время, когда водителю нужно произвести ввод в смеситель воды с добавками, чтобы по приезду на объект перемешивание СФБ-смеси было закончено.

Ввод воды с добавками производят после включения вращения груши и от 3 до 5 мин. перемешивания сухой смеси. Воду с соответствующими добавками в строгом соответствии с количеством по подобранному составу загружают на БСУ в емкость на бетоновозе. Оптимальную степень загрузки миксера сухой смесью определяют опытным путем.

Качество СФБ-смеси гарантируется соблюдением регламента приготовления смеси работниками БСУ и водителем автобетоновоза.

Вариант 2. Приготовленную на БСУ, согласно п.п.6.1 и 6.2, сухую СФБ

– смесь загружают в мерную тару (стекловолокнистые мешки, другие мерные емкости, исключающие попадание влаги) и на обычной грузовой машине транспортируют к месту работ, где должен находиться миксер для приготовления СФБ-смеси перед укладкой. Щебень и песок, входящие в состав сухой смеси, должны иметь влажность не более 0,1% от массы сухого. Если влажность их выше, то смесь готовится без цемента, а цемент транспортируется на место приготовления смеси отдельно. Привезенную сухую СФБ-смесь в нужном количестве подают (обычно с эстакады, либо с площадки строящегося объекта) в емкость миксера. После короткого перемешивания, чтобы разрушить возникшие при транспортировании плотные образования, подают воду с добавками (в случае отдельной транспортировки цемента, подают его в смесь для перемешивания или перед водой, в сухом виде, или вместе с водой и добавками). Процесс перемешивания облегчается, если подачу доз сухой СФБ-смеси производить вперемежку с половинными дозами потребного количества воды с добавками. Остальное количество воды подавать после полного ввода всего количества сухой смеси.

Указанный способ экономически более выгоден, чем Вариант 1, вследствие сокращения затрат на передвижение автобетоносмесителя и резкого снижения времени на транспортирование смеси, тем более, что перевозку сухой смеси можно осуществлять несколькими автомобилями, а бетоносмеситель на объекте будет только приготавливать смесь и выдавать ее под укладку.

6.2.6 Приготовление СФБ-смеси в автобетоносмесителе

Подачу компонентов смеси в пустую, без остатков воды от предыдущих замесов и последующих за этим промывок, вращающуюся ёмкость бетоносмесителя рекомендуется производить в последовательности: щебень+фибра-перемешивание 30-60сек +песок+цемент (п. 6.1) (или фибра+ щебень-перемешивание 30-60сек+ песок+ цемент). Причем подачу первых двух компонентов рекомендуется производить одновременно, остальные следом за ними в обычном порядке, включая подачу воды с добавками и

окончательное перемешивание. Продолжительность окончательного перемешивания смеси должна быть минимальной, она устанавливается до производства работ пробными замесами. Дозирование воды затворения в смесь контролируют с использованием водомера или производят с помощью мерных емкостей. Рекомендуемая подвижность смеси не должна быть меньше 7-8 см осадки стандартного конуса, т.к. смесь с меньшей ОК выгрузить сложно.

Необходимо учитывать, что СФБ-смесь при одинаковом с обычным бетоном В/Ц имеет значительно более низкую ОК. Поэтому степень загрузки миксера нужно определять опытным путем, начиная с объема загрузки от 50% до 60%, при этом необходимо учитывать степень изношенности механизма вращения емкости (особенно в случае гидравлического привода). Это связано с тем, что при значительном износе гидросистемы возможна остановка «груши» со всеми вытекающими из этой ситуации последствиями.

Если необходимо увеличить подвижность смеси, ее удобоукладываемость, в миксер перед выгрузкой добавляют суперпластификатор (СП), разведенный в очень малом количестве воды (чтобы не увеличивать В/Ц), с обязательным дополнительным перемешиванием. Необходимо, чтобы СП, вводимый при приготовлении «бетона- матрицы» был одинаков по марке с тем СП, который добавляют в миксер перед выгрузкой СФБ для увеличения подвижности. Если применяются разные СП, то могут ухудшиться физико-механические показатели СФБ. Необходимо строго следовать инструкции по применению СП и не превышать предельную концентрацию, рекомендуемую подбором состава смеси.

Приготовление СФБ в миксерах со строгим соблюдением вышеизложенных рекомендаций позволяет приготавливать качественную смесь с концентрацией фибры до 100 кг/м³. СФБ на основе фибры, фрезерованной из листа, с условным диаметром $\leq 0,7$ мм без затруднений прокачивается бетононасосом.

Применение бетононасосов целесообразно при выполнении работ по бетонированию плиты проезжей части пролетных строений, элементов конструкции дорожных одежд без заезда миксера на пролетное строение, что в ряде случаев дает существенные преимущества по организации работы. Углы изгибов бетонопровода не должны быть больше 30° от прямой, во избежание образования заторов при работе.

Наиболее простым и надежным способом приготовления СФБ в миксере является третий вариант (п. 6.2.5.1.1).

Допускаются при исключительных обстоятельствах варианты подачи фибры в готовую бетонную смесь, уже загруженную в миксер. ОК смеси в момент перемешивания рекомендуется иметь от 5 до 6 см. В этом случае необходимо организовать введение фибры рассеянным потоком непосредственно у места укладки сталефибробетонной смеси, для чего применяют простейшее приспособление, которое размещают на обечайке вводного лотка миксера.

Указанный вариант приготовления СФБ требует обязательных пробных замесов с контролем качества смеси и соответствующим подробным описанием приемов работ в Регламенте проведения работ.

Рекомендуется производить выполнение указанной операции с подмостей, обеспечивающих безопасное производство работ и складирование на них ящиков с фиброй. Работу обычно производят два человека. Ввод фибры следует осуществлять при вращающемся смесителе. Скорость вращения смесителя должна быть не более 42 об/мин. Время перемешивания сталефибробетонной смеси должно определяться опытным путём на пробных замесах.

6.2.7. Приготовление смеси в малых объемах

Малые объемы смеси необходимо готовить в смесителях соответствующего объема. В больших смесителях малые объемы СФБ–смеси замешивать нецелесообразно вследствие больших потерь. Добиться необходимого качества смеси сложно из-за нерегулируемого распределения

компонентов смеси по полостям, не перекрываемым рабочими органами смесителя.

7 Контроль качества сталефибробетона

7.1 Контроль качества при изготовлении и приемке конструкций СФБ

7.1.1 Мостовые конструкции, изготавливаемые из сталефибробетона, подлежат приёмке организацией-производителем работ, службой технического надзора Заказчика. При приемке выполненных работ следует выполнять требования СНиП 3.06.04 – 91 и СНиП 3.06.07 – 86.

7.1.2 Производственный контроль следует осуществлять на предприятии-изготовителе сталефибробетонной смеси при изготовлении сборных изделий и на строительной площадке при возведении монолитных сталефибробетонных конструкций мостовых сооружений.

7.1.3 В соответствии с требованиями ГОСТ 7473-94, СНиП 3.01.04-87, СНиП 3.06.04-91 и настоящих Рекомендаций при приёмке конструкций из сталефибробетона осуществляют три вида контроля качества: входной, операционный и приёмочный

7.1.4 При приёмке сталефибробетонных конструкций не допускается наличие следующих внешних дефектов:

- трещины, кроме усадочных, раскрытием до 0,10 мм;
- недостаточная толщина защитного слоя;
- сколы бетона суммарной длиной более 100 мм и глубиной более 15 мм на один метр длины конструкции;
- наплывы бетона в местах установки закладных болтов, а также сколы рабочих кромок бетона;
- раковины в бетоне диаметром более 15 мм и глубиной более 5 мм в количестве более трех на принимаемом участке конструкции длиной 10 м;
- раковины диаметром до 15 мм и глубиной до 5 мм в количестве более трех на площади 50x50 см;

- местные неровности высотой (глубиной) более 5 мм.

7.2 Входной контроль материалов

Входной контроль состоит в проверке качества исходных компонентов и самой сталефибробетонной смеси, согласно сопроводительным документам.

В документах о качестве компонентов смеси, представляемых предприятиями-изготовителями компонентов, должно быть указано:

- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- марка (условное обозначение) компонента;
- номер партии и количество;
- результаты испытаний;
- название и номер стандарта, по которому изготовлен компонент;

документ, подтверждающий качество.

В случае отсутствия указанных документов, актов испытаний осуществляют проверку параметров качества:

- цемента (нормальная плотность, сроки схватывания, предел прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, изготовленных из цементного раствора), согласно ГОСТ 310.1-76*, ГОСТ 310.3-76*, ГОСТ 310.4-81*, ГОСТ 27006-86;

- заполнителей (щебня и песка), согласно ГОСТ 8735-88*, ГОСТ 8269.0-97*;

- фибры, согласно техническим условиям изготовителя.

Приемку сталефибробетонной смеси производят партиями. К каждой партии смеси должен быть приложен сертификат соответствия или документ о качестве, оформленный предприятием-изготовителем в соответствии с Приложением В.

7.3 Операционный контроль

Операционный контроль включает проверку:

- состава и свойств сталефибробетонной смеси;
- соблюдения технологического регламента для СФБ по приготовлению, транспортированию, бетонированию конструкций и уходу.

В случаях изменения состава компонентов СФБ - смеси, поставщиков компонентов, при получении каждой новой партии одного из компонентов и изменении условий приготовления смеси (замена смесителя, изменение условий и методов дозирования, изменение времени отдельных технологических переходов и т.д.) в обязательном порядке осуществляют проверку свойств сталефибробетонной смеси и физико-механических характеристик СФБ.

При приготовлении сталефибробетонной смеси в каждом замесе необходимо контролировать массу загружаемых в бетоносмеситель компонентов. Контролируют также продолжительность и качество перемешивания смеси.

Пробы сталефибробетонной смеси для испытаний отбирают на месте её выгрузки или приготовления из средней части замеса, согласно ГОСТ 10181-2000. При этом испытание смеси должно быть начато не позднее, чем через 10 минут после отбора пробы.

7.4. Контроль качества сталефибробетонной смеси

Контроль качества сталефибробетонной смеси включает в себя определение следующих показателей:

- удобоукладываемость и плотность смеси по ГОСТ 10181-2000;
- расслаиваемость сталефибробетонной смеси и стальных фибр;
- равномерность распределения фибры по объёму смеси.

7.4.1 Расслаиваемость сталефибробетонной смеси определяют по ГОСТ 10181-2000, расслаиваемость фибр – по коэффициенту распределения стальных фибр - K_p .

Для определения K_p из смеси изготавливают куб со стороной ребра 15 см с уплотнением смеси по ГОСТ 10181-2000; после уплотнения смеси форму со свежееотформованным кубом раскрывают. “Разрезают” куб с помощью “ножа” по высоте ребра на две равные части - верхнюю и нижнюю. Каждую из частей куба промывают и извлекают фибры, которые взвешивают. Отмывку фибр, их высушивание и взвешивание производят по

методике, изложенной в ГОСТ 10181-2000.

Определяют коэффициент расслаиваемости фибр K_p по формуле:

$$K_p = \frac{P_{\text{общ}}}{2P_{\text{пол}}}, \quad (7.1)$$

где: $P_{\text{общ}}$ - общая масса фибры в образце; $P_{\text{пол}}$ – масса фибры в нижней половине образца.

Критерием отсутствия расслаиваемости фибры по объёму смеси является значение коэффициента K_p более 0,85.

7.4.2 Равномерность распределения фибры в смеси определяют следующим образом:

- определяют значение коэффициента однородности K_o для смеси:

$$K_o = \frac{m_{f,p}}{m_f} = \frac{V_{\text{нр}} \mu_{fv} \rho_{st}}{m_f}, \quad (7.2)$$

где: $V_{\text{нр}}$ – объем сталефибробетонной смеси в каждой половине куба;

μ_{fv} - заданное проектное значение коэффициента фибрового армирования по объёму;

ρ_{st} - плотность стали;

$m_{f,p}$; m_f , - регламентируемая и фактическая масса фибры в каждой части куба.

Например: при $\mu_{fv}=0,8\%$, $\rho_{st}=7,85 \text{ г/см}^3$

$$K_o = 7,5 \times 15,0 \times 15,0 \times 0,008 \times 7,85 / m_f = 106,0 / m_f.$$

Значение коэффициента однородности (равномерности распределения фибры) для каждой из проб не должно выходить за пределы $1,1 \geq K_o \geq 0,9$. При удовлетворительных результатах проверки K_p и K_o объем выборки составляет два кубика в смену. При неудовлетворительных результатах проверки испытания проводят повторно. В случае подтверждения неудовлетворительного результата производство работ по укладке останавливают, проводят анализ причин, принимают меры по исправлению положения. Устраняя причины, пробные замесы ведут до получения положительных результатов, объем выборки при этом - два кубика на замес.

7.5 Контроль качества сталефибробетона при устройстве монолитных конструкций

При бетонировании монолитных конструкций технические требования, объем и способы контрольных операций, устанавливаются в проекте производства работ (ППР).

Приемочный контроль включает периодические и приемо-сдаточные испытания.

7.5.1 Во время периодических испытаний производят определение:

- прочности сталефибробетона на сжатие и растяжение с изгибом;
- марки СФБ по морозостойкости;
- марки СФБ по водонепроницаемости.

7.5.2 Во время приемо-сдаточных испытаний конструкции проверяют:

- прочность сталефибробетона на сжатие и прочность контрольных образцов на характеристики, заложенные в проекте;
- внешний вид конструкции;
- линейные размеры (ГОСТ 26433.0-85 и ГОСТ 21779-82);
- толщину защитного слоя (ГОСТ 22904-93) при наличии макроармирования.

7.6 Определение характеристик сталефибробетона

7.6.1 Прочность сталефибробетона конструкции рекомендуется определять с учетом его однородности и класса бетона в соответствии с требованиями ГОСТ.

Контролю подлежат:

- распалубочная прочность сталефибробетона (по ППР);
- отпускная прочность сталефибробетона (момент загрузки по ППР);
- прочность сталефибробетона, соответствующая его классу.

7.6.1.1 Прочность сталефибробетона на сжатие, растяжение и изгиб, в том числе исходного бетона-матрицы определяют по контрольным образцам в соответствии с ГОСТ 10180-90.

7.6.1.2 Прочность сталефибробетона на осевое растяжение и на растяжение при изгибе определяют по ГОСТ 10180-90 соответственно на образцах-восьмёрках и на образцах - балочках. При испытании фиксируют величины предельного растяжения по СНиП 52-01-2003 и СП 52-101-2003; модуль упругости бетона определяют по ГОСТ 24452-80.

7.6.2 Морозостойкость сталефибробетона определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 10060.0-95 и ГОСТ 10060.2-95 на контрольных образцах размером не менее 10x10x10 см, отбирая образцы-кубы при бетонировании конструкций на производстве в соответствии с ГОСТ 13015.1-81, не реже одного раза в шесть месяцев и каждый раз при изменении состава смеси.

7.6.3 Водонепроницаемость сталефибробетона определяют в соответствии с ГОСТ 12730.5-84*, отбирая контрольные образцы при бетонировании конструкций на производстве в соответствии с ГОСТ 13015.1-81, не реже одного раза в шесть месяцев и каждый раз при изменении состава смеси.

7.6.4 Истираемость сталефибробетона определяют по ГОСТ 13087-81 и с периодичностью в соответствии с ГОСТ 13015.1-81, не реже одного раза в шесть месяцев и каждый раз при изменении состава смеси.

7.6.5 Контрольные образцы для определения свойств сталефибробетона должны иметь размеры не менее:

- для прочности на сжатие – кубы размером 15x15x15 см, но допускается 10x10x10 см и в этом случае необходимо полученные результаты корректировать масштабным коэффициентом;
- для призмной прочности на сжатие и прочности на растяжение при изгибе – призмы и балочки размером 10x10x40 см;
- для прочности на осевое растяжение – восьмерки размером 10x20x40 см.

7.6.6 Контроль прочности на сжатие сталефибробетона в возведенных конструкциях допускается производить неразрушающими методами контроля, согласно требованиям ГОСТ 22690-88. Число и расположение

контролируемых участков при испытании конструкций должно указываться в стандартах и (или) технических условиях на сборные конструкции или в рабочих чертежах на монолитные конструкции и (или) в технологических картах.

7.6.7 Контроль исходного бетона-матрицы допускается выполнять только по прочности на сжатие.

7.6.8 Для изготовления контрольных образцов (кубов или призм) отбирают не менее одной пробы сталефибробетонной смеси в смену для контроля отпускной (распалубочной) прочности и прочности в установленном проектом возрасте. Контрольные образцы сталефибробетона должны твердеть в одинаковых с конструкцией температурно-влажностных условиях до определения отпускной прочности. Последующее твердение образцов должно производиться в нормальных условиях при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха не менее 95 %.

8 Транспортирование сталефибробетонных смесей

8.1 Транспортирование готовых сталефибробетонных смесей рекомендуется осуществлять специализированными транспортными средствами, обеспечивающими сохранение свойств таких смесей при перевозке.

Транспортирование сухой смеси (СФБ) может осуществляться всеми видами транспорта в соответствии с правилами перевозки и хранения грузов, действующими на данном виде транспорта.

8.2 При температуре воздуха выше 25 °С и в районах с сухим и жарким климатом транспортирование смеси следует производить в автобетоносмесителях.

8.3 Максимально допустимая продолжительность транспортирования готовой к употреблению СФБ-смеси автобетоновозами и автосамосвалами, при обеспечении сохранения всех свойств смеси, должна быть уменьшена не менее чем на 15 % против требований ГОСТ 7473-94.

8.4 Кузова автосамосвалов должны быть водонепроницаемыми, иметь исправные затворы и приспособления для укрытия смеси от высыхания или увлажнения. После каждого рейса кузова должны промываться водой.

8.5 Погрузочно-разгрузочные и транспортные операции с сталефибробетонными смесями осуществляют в обычном порядке с использованием воронок, бадей, бункеров. При этом сечения проходных отверстий указанных устройств в связи с повышенной вязкостью сталефибробетонных смесей рекомендуется увеличить на 25-35 % по сравнению с проходными сечениями таких устройств для тяжелого бетона, следует устранить любые препятствия, даже незначительные шероховатости сварных швов, на пути движения смеси при выгрузке.

При выгрузке из автосамосвалов смесей жесткостью более 11 сек. и содержании фибры более 1 % рекомендуется использовать вибропобуждение кузова.

9 Укладка, уплотнение и уход за конструкциями из сталефибробетона

9.1 Общие положения

9.1.1 Формование сталефибробетонных и комбинированно-армированных изделий, выбор технологических операций формования, технологического оборудования, его параметров необходимо осуществлять в соответствии с указаниями СНиП 3.03.01-87, СНиП 3.09.01-85 и настоящих Рекомендаций.

Формование изделий из сталефибробетонных смесей следует выполнять:

- монолитных - по СНиП 3.03.01-87;
- сборных - по СНиП 3.09.01-85.

Укладку сталефибробетонной смеси следует производить в соответствии с требованиями п. 2.8-2.14 СНиП 3.03.01-87 и настоящих Рекомендаций.

9.1.2. Толщину слоя СФБ-смеси, уложенной на большой площади при

уплотнении поверхностным вибратором (виброрейкой) рекомендуется принимать в пределах до 12 см. при $OK \leq 8\text{см}$. Увеличение $OK \geq 12\text{ см}$ позволяет увеличить толщину уплотняемого слоя до 20 см. При необходимости получения слоев с толщинами более указанных рекомендуется последовательное формование и уплотнение их из 2 и более слоев.

9.1.3 Виды и марки оборудования и механизмов, их производительность и режимы работы в процессе производства работ устанавливаются при разработке ППР и технологического регламента с учётом требований настоящих Рекомендаций. При этом объемы и продолжительность укладки сталефибробетонной смеси увязывают с длительностью периода технологической жизнеспособности смеси.

9.1.4 Перед подачей и укладкой сталефибробетонной смеси проверяют качество выполнения арматурных и опалубочных работ.

9.1.5 Для подачи сталефибробетонной смеси к месту ее укладки рекомендуется применять, как правило, бетононасос с подающим трубопроводом внутренним диаметром не менее 3,5- кратной общей длины фибры.

Допускается осуществлять подачу сталефибробетонной смеси к месту ее укладки бадьями с нулевым уклоном стенок и другими средствами, снабженными устройствами для вибропобуждения смеси, обеспечивающими сохранение качества смеси и возможность выполнения требований технологического регламента в процессе укладки смеси в опалубку. Следует принять во внимание, что некоторые виды фибры с определенными геометрическими параметрами (например, проволочные с длиной более 40 мм и диаметром более 0,8 мм, фибры с высокой жесткостью на изгиб) не могут нормально прокачиваться бетононасосом. Ввиду этого необходимо перед производством работ провести пробную подачу СФБ-смеси бетононасосом.

9.1.6 На месте подачи и укладки в конструкцию запрещается добавлять воду в сталефибробетонную смесь.

9.1.7 При использовании бетононасоса стыки трубопроводов, обеспечивающих подачу сталефибробетонной смеси к месту ее укладки, должны быть качественно уплотнены и исключать возможность зацепления за них фибр с последующим образованием пробок смеси.

Внутренний диаметр подающих трубопроводов должен быть не менее чем в 2,5 раза больше длины фибр и не более $2/3$ расстояния в свету между арматурными стержнями в конструкции.

9.1.8 Подачу сталефибробетонной смеси к месту ее укладки следует осуществлять, как правило, с постоянной скоростью, равномерно, горизонтальными слоями одной толщины, без разрывов с последовательным направлением укладки в одну сторону.

Высота свободного сбрасывания сталефибробетонной смеси в опалубку конструкции должна быть не более: для горизонтальных конструкций - 0,3 м и для вертикальных - 0,5 м.

9.1.9 Для разравнивания и уплотнения уложенной сталефибробетонной смеси следует использовать стандартные виброрейки, виброкатки, поверхностные, площадочные вибраторы. Для ручной раскладки для смесей с ОК до 8 см рекомендуется применять садовые вилы. Не рекомендуется разравнивать смесь перед уплотнением граблями, т.к. в поверхностном слое (от 20 до 30 мм) формируется смесь с ориентированной фиброй, что способствует появлению усадочных трещин.

Время вибрирования устанавливают при отработке технологии производства работ с учетом параметров подвижности сталефибробетонной смеси отдельно для горизонтальных и вертикальных конструкций.

Уплотнение горизонтальных поверхностей виброрейкой производят до появления цементного молочка на поверхности. Для объемных конструкций при уплотнении глубинными вибраторами время уплотнения ограничивают моментом прекращения выделения пузырьков воздуха на поверхности.

При уплотнении сталефибробетонной смеси глубинным вибратором (вибробулавой, виброиглой) диаметром, обеспечивающим его проход между

арматурой, необходимо погрузить его в ранее уложенный слой на глубину от 3 до 5 см до начала схватывания смеси в этом слое. Шаг перестановки глубинного вибратора не должен превышать полуторного радиуса его действия.

При использовании поверхностного вибратора шаг перестановки должен обеспечивать 100 мм перекрытия площадкой вибратора площади уже уплотненного участка.

9.1.10 Укладку сталефибробетонной смеси в горизонтальные конструкции рекомендуется осуществлять непрерывно - без «холодных» швов бетонирования, а при наличии «холодных» швов – располагать их в перевязку. При этом поверхности скосов рабочих швов, выполняемых при укладке сталефибробетонной смеси с перерывами бетонирования, должны располагаться под углом 30-45° к поверхности конструкции, без выглаживания.

На свежееуложенном скосе слоя СФБ необходимо нанести дополнительные бороздки с расстоянием между ними от 40 до 50 мм и углом наклона к поверхности скоса 30-45° (это можно сделать грабелями - Приложение Б) для обеспечения хорошего сцепления вновь укладываемого и ранее уложенного СФБ (рис. 9.1). Глубина бороздок принимается от 10 до 15 мм.

Рекомендуется закрывать пленкой технологический шов укладки для предотвращения попадания в будущий стык пыли, грязи и посторонних предметов. При возобновлении бетонирования после длительного перерыва обработать ранее уложенный и подготовленный скос клеевым составом (Приложение Г), обеспечивающим сцепление «нового» и «старого» СФБ не менее 2,5 МПа. Возобновление укладки сталефибробетонной смеси в местах расположения рабочих швов рекомендуется до достижения сталефибробетоном прочности не более 1,5 МПа.

Перед возобновлением бетонирования поверхность скоса должна быть очищена от цементной пленки металлической щеткой, продута струей воздуха

и с помощью кисти увлажнена тонким слоем свежего цементного молочка или праймера, обеспечивающего необходимую прочность сцепления.

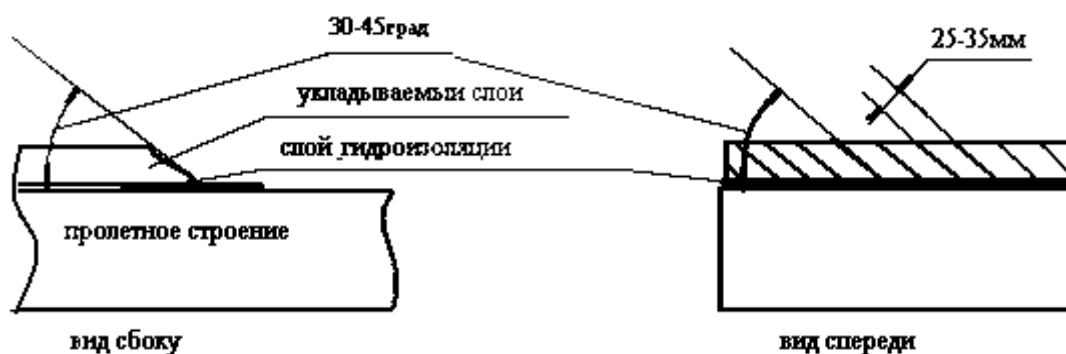


Рисунок 9.1 - Схема окончания укладываемого слоя СФБ в момент прерывания бетонирования

Над устроенным стыком в начале бетонирования необходимо произвести, как минимум, 3 прохода виброрейки.

Первый проход осуществляют в направлении бетонирования, второй - в обратном направлении, предварительно добавив в зону стыка нового и старого бетона в необходимом количестве фибробетонную смесь, если ее недостаточно. Виброрейку следует вести достаточно медленно, тщательно «прорабатывая» слой до выхода на «старый» бетон.

Третий проход выполняют в направлении бетонирования, не допуская проплешин по мере движения рейки. При необходимости произвести еще проход вперед – назад, добавляя на проплешины смесь в нужном количестве. Окончательно зачистить место стыка, загладить мастерком мелкие дефекты (углубления, задиры смеси, мелкие неровности), убрать с поверхности лишнюю, надвинутую на «старый» бетон виброрейкой смесь. Далее выполнять действия, предусмотренные для ухода за свежеложенным слоем.

Аналогично выполняют продольные холодные стыки. Но до прохода основной виброрейки обязательно нужно прорабатывать площадочными вибраторами сам стык, выполняя технологический прием «3 прохода» перпендикулярно стыку, чтобы как можно лучше связать «старый» и «новый» сталефибробетон. После этого виброрейкой, продвигаемой вдоль стыка,

прорабатывают слой СФБ по всей ширине бетонирования и формируют общую поверхность слоя.

9.1.11 При укладке сталефибробетонной смеси в вертикальные конструкции рабочие швы бетонирования должны выполняться в пределах зон, указанных в рабочих картах бетонирования. При этом места расположения рабочих швов должны быть согласованы с проектной организацией.

9.1.12 Выдерживание и уход за уложенным сталефибробетоном следует осуществлять согласно требованиям пп. 2.15-2.17 СНиП 3.03.01-87. Рекомендуется уход за уложенной смесью осуществлять укрытием свежешуложенного бетона водонасыщенными поролоновыми матами с последующей укладкой на них водонепроницаемой плёнки.

Допускается осуществлять уход за бетоном плотным укрытием его поверхности пленкой или нанесением плёнкообразующего материала, например, раствора латекса СКС-65 ГП «Б» в воде (в соотношении 1:3), распыленного по поверхности в 2-3 слоя, с сушкой каждого слоя в течение не менее 30 минут.

9.2 Особенности технологии устройства однослойного конструктивного слоя из сталефибробетона, включённого в совместную работу с пролетным строением выполняющей гидроизолирующие функции на мостовых сооружениях;

9.2.1. Конструкцию дорожной одежды мостовых сооружений, выполняющей гидроизолирующие функции, устраивают с учетом требований СНиП 2.05.03-84* п. 1.61* «Методических рекомендаций по устройству конструкции дорожной одежды на железобетонной плите проезжей части автодорожных мостовых сооружений с гидроизоляцией из плотного бетона» Союздорнии, М. 1991 г.

9.2.2 Однослойный конструктивный слой из сталефибробетона укладывают непосредственно на плиту проезжей части после завершения работ по объединению балок пролетного строения, установки водоотводных

трубок и соответствующей подготовки поверхности плиты проезжей части. Плита проезжей части должна быть очищена от мусора, промыта водой и просушена сжатым воздухом.

9.2.3 При включении слоя СФБ в совместную работу с пролетным строением, для повышения его несущей способности, должны быть приняты меры по обеспечению этого включения: установка анкеров в плиту проезжей части и обработка ее поверхности непосредственно перед укладкой сталефибробетона клеевыми составами, обеспечивающими прочность сцепления не ниже 2,5 МПа. При выполнении таких работ на больших площадях необходимо предусмотреть механизацию работ по нанесению клеевых составов. Примеры клеевых составов и механизмов для их нанесения на поверхность приведены в Приложении Г.

9.2.4 Укладку сталефибробетона рекомендуется производить сразу на полную ширину проезжей части мостового сооружения (для исключения продольных «холодных стыков») с помощью виброреек, формирующих поперечный профиль проезжей части в процессе укладки.

9.2.5 Над узлом сопряжения пролетных строений в температурно-неразрезную цепь (ТНПС) сталефибробетонный слой укладывают на отделяющую прокладку из рулонного гидроизолирующего материала, выполняемую на длине соединительной плиты плюс 500 мм. За пределами отделяющей прокладки на длине 500 мм на каждом из объединяемых пролетных строений слой сталефибробетона объединяют с плитой проезжей части согласно указаний п. 9.2.3, либо арматурными выпусками диаметром от 10 до 12 мм. В середине пролета соединительной плиты или по ее концам в слое сталефибробетона устраивают прорези шириной от 5 до 10 мм на глубину не менее 20 мм, заполняемые резино-битумной или полимерно-битумной мастикой.

9.2.6 Для обеспечения предусмотренного профиля и толщины слоя СФБ-смеси рекомендуется направляющие (из уголка, либо другого профиля) виброрейки крепить на конструкциях мостового полотна с выверкой

прямолинейности и других геометрических параметров положения уплотняющей части виброрейки.

9.2.7 Раскладку смеси перед проходом виброрейки следует производить садовыми вилами (при $OK \leq 8$ см), не допуская применения грабель, которые на локальных участках ориентируют фибру на глубине до 20-30 мм, чем придают разность в прочностных характеристиках поверхностного слоя СФБ по направлениям, провоцируя появление трещин, как усадочных, так и от эксплуатационных нагрузок.

9.2.8. Во избежание проплешин на поверхности перед проходом виброрейки толщина слоя равномерно разложенной сталефибробетонной смеси должна быть на 20-25 мм больше толщины уплотненного слоя. Не допускается заделывать проплешины и другие дефекты укладкой сверху сталефибробетонной смеси без проработки этих мест различного рода отделочными виброрейками или виброплощадками.

9.2.9. Для выполнения работ по уходу за уложенным слоем фибробетона рекомендуется на направляющих, по которым движется виброрейка, смонтировать перекрывающую весь формируемый профиль проезжей части площадку на колесах из легких сборно-разборных трубчатых конструкций. Это позволяет не нарушать сформированный сталефибробетонный слой и качественно выполнять все необходимые при уходе за бетоном технологические операции.

9.3 Обеспечение сцепления сталефибробетона с бетоном основания

9.3.1 Перед нанесением клеевого состава поверхность бетонного основания должна быть сухой, очищенной от пыли, грязи, слабых участков и верхнего слоя цементного камня. Очистку производят стальными щетками, методами струйно-абразивной очистки. Температура воздуха должна быть не ниже +8 °С. Температура основания должна превышать температуру «точки росы» минимум на 3 °С. Относительная влажность воздуха - не более 80 %. Нельзя наносить клеевые составы в условиях дождя, тумана и других осадков.

9.3.2 Для обеспечения показателей сцепления СФБ-смесей с бетоном

конструкции не менее 2,5 МПа следует применять, как правило, эпоксидные компаунды (Приложение Г). Приготовление компаундов и их использование должно производиться в соответствии с инструкцией по применению фирмы-изготовителя. Могут быть применены компаунды, составы которых приведены в СНиП 3.06.04-91 для применения в клееных стыках мостовых конструкций.

Работа по нанесению эпоксидных компаундов является сравнительно простой технологической операцией, производимой в основном вручную. Для выполнения работ используют резиновые или металлические гребенки и шпатели, малярные кисти (предпочтительно флейцовые), накаточные валики кроме поролоновых. Приготовленный, согласно инструкции, компаунд наносят на очищенную сухую обеспыленную прочную поверхность бетона. При необходимости работы по нанесению составов можно производить механизированным способом. Подходящим для указанных работ средством механизации являются установки «Вагнер» (Приложение Г). В установку отдельно загружают компоненты А и В эпоксидного компаунда, смешивание их в заданном соотношении производят в установке, после чего выполняют распыление клеевого состава по поверхности бетона. Слой сталефибробетона укладывают сразу после нанесения клеевого состава.

Оборудование и инструменты следует очищать до того, как произойдет отверждение клеевых составов на их поверхности.

9.3.3 Для обеспечения сцепления ремонтных составов с основанием конструкции, если по проекту его величина находится в пределах до 2,2 МПа, рекомендуется использование праймеров на основе добавок семейства ЦМИД (Приложение Г).

10 Методы и способы применения сталефибробетона при ремонте мостовых конструкций

10.1 Требования к ремонтным составам

Ремонтные составы СФБ и технологии их применения должны обеспечивать:

- соответствие проектным требованиям по прочности, долговечности и совместимости с основным сооружением;
- ускоренный набор проектной прочности с возможностью обеспечения восприятия рабочих нагрузок в раннем возрасте сталефибробетона;
- возможность приготовления малых объемов СФБ-смеси с обеспечением ее удобоукладываемости при гарантированно стабильном получении проектных физико-механических характеристик СФБ, независимо от производителя работ;
- равнопрочность с основным бетоном конструкции;
- сцепление ремонтного состава СФБ по окончании твердения с бетоном ремонтируемой конструкции не менее 2,5 МПа;
- минимальную усадку при твердении, проектную морозостойкость и водонепроницаемость.

10.2 Последовательность этапов по применению СФБ-технологий при проведении ремонтов конструкций мостовых сооружений.

Для обоснованного и эффективного применения СФБ-технологий по результатам проведенных в соответствии со СНиП 3.06.07.86, СП-13-102-2003 обследований и выявления дефектов в элементах мостового сооружения, рекомендуется придерживаться следующей последовательности дальнейших действий:

- определить последовательность этапов выполнения ремонтных работ;
- наметить состав работ на каждом этапе;
- определить технологию и последовательность выполнения видов работ на каждом этапе со сроками и объемами требуемых материалов. Обосновать необходимость применения СФБ-технологий в составе работ для достижения поставленных целей ремонта как с точки зрения конструкторско-технологической, так и с точки зрения экономической, так как применение их может привести к относительному увеличению затрат непосредственно в смете ремонта с последующей экономией при эксплуатации (раздел 12);
- определить временной промежуток выполнения каждого этапа

работы. При ремонте эксплуатируемых мостовых конструкций необходимо в первую очередь определить и принять меры к минимизации времени выполнения тех этапов ремонта элементов мостового сооружения, которые требуют остановки или уменьшения интенсивности транспортного потока;

- определить время на выполнение работы внутри этапа, отведенное на применение СФБ-технологии;

- исходя из вышеизложенного определить СФБ - технологию (от приготовления состава до ухода за свежеложенным слоем), необходимую для выполнения работы в отведенный промежуток времени с гарантией достижения проектных характеристик;

- определить способы и методы контроля за ходом выполнения работ по каждому этапу (в т.ч. и по СФБ-технологиям, согласно Разделу 7 настоящих Методических рекомендаций ...).

10.3 Виды рекомендуемых СФБ-технологий для производства ремонтных работ в зависимости от обстоятельств их проведения

10.3.1 Технология выполнения работ в нормальных температурных и временных условиях.

Рекомендуется применение базового состава СФБ и состава с повышенной подвижностью (Приложение А).

Приготовление, транспортирование, укладку, уход за свежеложенным слоем, контроль качества работ следует выполнять в соответствии с разделами 6,7,8,9 настоящих «Рекомендаций».

10.3.2 Технологии для выполнения работ в сжатые сроки

- приготовление СФБ-смеси (Приложение А) с повышенной жесткостью (ОК от 0 до 3 см) и укаткой уложенного слоя виброкатком что обеспечивает набор прочности до 70 % от проектной в течение 24 часов. Массу катка рассчитывают исходя из недопустимости дробления щебня при укатке;

- приготовление СФБ – смеси (Приложение А) с применением

комплексного модификатора - водоредуцирующей добавки ЦМИД-4Б (тонкодисперсный порошок светло-серого цвета) в количестве от 6 % до 9 % от массы цемента согласно инструкции по применению, что позволяет обеспечить от 70 % до 80 % проектной прочности бетона в первые сутки твердения;

- приготовление СФБ-смеси с применением модификатора - водоредуцирующей добавки ЦМИД-4 (Приложение А). Дозировку комплексного модификатора ЦМИД-4 принимают до 5,5 % от массы цемента в расчете на сухое вещество добавки. Количество вводимой добавки следует уточнять опытным путем с учетом технических характеристик компонентов сталефибробетонной смеси. При этом в зависимости от расхода добавки ЦМИД-4 уменьшают расход цемента до 20 кг на 1 м³ смеси. Модифицированный таким образом СФБ отличается от обычного СФБ повышением морозостойкости на 100-150 единиц, водонепроницаемости – до W 16, высокой коррозионной стойкостью к солям - антиобледенителям, снижением коэффициента влагопроводности в два раза, повышенными параметрами истираемости и ударной прочности.

10.3.3 Особенности технологии для производства работ при отрицательных температурах в «тепляках»:

- рекомендуется перед укладкой смеси производить обогрев выше 15⁰С элементов конструкций, подвергаемых ремонту, электронагревателями-щитами либо с использованием теплогенераторов. Инертные составляющие для бетонной смеси необходимо хранить в отапливаемом или обогреваемом теплогенераторами помещении, воду, а также сталефибробетон в процессе его твердения - подогревать электротенами;

- прогрев приливов у деформационных швов, стыков балок пролетного строения и других конструктивных элементов рекомендуется производить плоскими электронагревателями-щитами, размещаемыми на поверхностях нижних горизонтальных опалубочных щитов стыка с «заходом» на плиты балок пролётных строений;

- обогрев верхних поверхностей стыков или приливов у деформационных швов следует производить с использованием воздушных теплогенераторов, установленных в тепляке, мощность которых должна обеспечить температуру воздуха в тепляке на уровне бетона не ниже плюс 30 °С;

- обогрев уложенной смеси рекомендуется производить методом электропрогрева ;

- после завершения укладки сталефибробетонной смеси на свежеотформованную поверхность необходимо немедленно уложить влагозащитное покрытие (например, из полимерной пленки толщиной не менее 100 мкм или прорезиненной ткани) с заведением его краёв на соседние участки не менее чем на 80 см;

- рекомендуется поддерживать среднюю температуру уложенной СФБ-смеси в прогреваемом слое от плюс 25 °С до 40 °С до момента достижения бетоном заданной прочности. Затем интенсивность прогрева следует снизить и произвести охлаждение слоя со скоростью не более 10 °С/час. Замеры температуры начинают через 1,5-2,0 часа после окончания укладки, не нарушая положения влагозащитного покрытия уложенной смеси. Замеры температур осуществляют каждые 30 минут первые 6 часов, затем - с интервалом 1 час до момента набора сталефибробетоном проектной прочности и с интервалом 6 часов в оставшееся время твердения;

- снимать тепловую изоляцию (тепляк) допускается при разности температур на поверхности бетона и окружающей среды не более чем 10°С. При этом за расчетную температуру окружающей среды следует принимать минимальную;

- рекомендуется (как альтернатива электропрогреву или в комбинации с ним) для производства работ при отрицательных температурах вводить в состав СФБ противоморозные добавки, например, ЦМИД-4ПМ (согласно инструкции), увеличивая подвижность СФБ-смеси при В/Ц 0,36-0,39 до П2-П4. Это позволяет проводить укладку бетона при температуре до минус

10 °С без устройства дополнительного обогрева, транспортировать бетонные смеси при температуре до -25 °С и производить их укладку, обеспечивая лишь укрытие поверхности бетона (п.9.1.12). Кинетика твердения бетона модифицированного добавкой ЦМИД-4ПМ, не отличается от обычных скоростей набора прочности бетоном, тогда как применение многих противоморозных добавок замедляет набор прочности бетонов.

10.3.4 Для получения СФБ-смеси при производстве ремонтных работ в условиях, когда нет достаточных возможностей для организации приготовления необходимых объемов ремонтных смесей, как – то: отсутствует место для полномасштабной организации работ; нет времени для традиционной организации работ на месте; отсутствует необходимый квалифицированный персонал для приготовления смесей с необходимостью получения гарантированных физико-механических характеристик; нет возможностей для доставки компонентов и механизмов для приготовления СФБ-смесей и их размещения на месте и т.д., рекомендуется производство работ организовывать на основе применения сухих смесей типа РМ-26, АРБ-10Ф и им подобных.

10.4 Приготовление СФБ на базе сухих СФБ-смесей

10.4.1 Для приготовления ремонтных СФБ-смесей на базе РМ-26, АРБ-10Ф рекомендуется непосредственно вблизи места укладки использовать бетоносмесительные установки преимущественно принудительного действия или двухвальные с объёмом смесителя, обеспечивающего заданную скорость укладки смеси.

10.4.2 Приготовление ремонтной СФБ-смеси производят путём введения сухой смеси в воду и её перемешивания в течение от 2 до 3 минут в бетоносмесителе. Расход воды в замесах должен находиться в диапазоне от 8,1 до 9,0 л на 100 кг сухой СФБ - смеси. Расход воды корректируют в первых замесах, исходя из величины осадки стандартного конуса, равной от 4 до 6 см, и обеспечения укладки смеси в ремонтную зону при оптимальном

времени её виброуплотнения.

10.4.3 Перед бетонированием поверхности кромок ремонтируемой конструкции рекомендуется смочить водой или нанести адгезионный состав. Укладку ремонтных СФБ-смесей в ремонтную зону следует начинать не позднее, чем через 15 минут после смачивания водой или нанесения адгезионного состава.

- немедленно после завершения укладки ремонтной СФБ-смеси на свежееотформованную поверхность необходимо уложить влагозащитное покрытие с заведением его краёв на соседние участки (не менее чем на 80 см).

-снимать тепловую изоляцию (тепляк) допускается при разности температур на поверхности бетона и окружающей среды не более чем 10 °С. При этом за расчетную температуру окружающей среды следует принимать минимальную в течение суток.

10.4.4 В случае ремонта плиты проезжей части последующую укладку асфальтобетонного покрытия следует производить при влажности поверхности ремонтного СФБ не более 4 %.

10.4.5 Через 1,5-2,0 часа после окончания укладки сталефибробетона начинают систематические замеры температуры, не нарушая положения влагозащитного покрытия на плите. Замеры температур осуществляют каждые 30 минут в первые 6 часов, затем с интервалом 1 час до момента набора СФБ расчётной прочности и с интервалом 6 часов в оставшееся время твердения. При этом температурные параметры процесса твердения должны соответствовать указанным в п.6.3.3. значениям.

10.4.6 Затвердевший СФБ на указанных сухих смесях на 28-е сутки обеспечивает класс бетона по прочности на сжатие не менее В45, морозостойкость - не ниже марки F300 (в солях) и водонепроницаемость - не ниже марки W 12 (Приложение Д).

10.4.7 Преимущества сухих ремонтных СФБ-смесей в сравнении с монолитным бетоном определяются следующими показателями:

- независимой от производителя ремонтных работ стабильностью свойств бетона;
- высокой кинетикой роста прочности, не требующей высокой температуры выдерживания и обеспечивающей требуемый уровень прочности в предельно короткие сроки;
- надёжностью и хорошим восприятием динамических нагрузок отремонтированными зонами в ранние сроки твердения СФБ;
- увеличением прочности СФБ на растяжение, повышением надёжности восприятия температурных и усадочных напряжений, особенно на начальных этапах твердения;
- гарантированной адгезией к бетону ремонтируемых конструкций.

11. Конструкторско-технологические расчёты (методика определения повышения несущей способности пролетного строения с обеспечением требований к гидроизоляции).

11.1 Метод определения оптимальных параметров дорожной одежды связан с оптимизацией значений толщины и прочности СФБ-слоя.

При этом оптимизация указанных параметров позволяет оперативно учесть трудоемкость работ по сооружению СФБ-слоя, стоимость материалов, возможность их поставки на данный объект и т.д.

11.2 Оптимизация толщины и прочности СФБ слоя производится по критерию увеличения грузоподъемности пролетного строения выражаемому коэффициентом K (таблица 11.1) в зависимости от длины и габарита пролетного строения моста.

Значения K определены на основе исследований содержащихся в отчете Филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты» ИС-09-373-10. Разработка методов определения оптимальных параметров СФБ-слоя проезжей части ездового полотна железобетонных пролетных строений мостов на основе конструкторско-математических расчетов».

11.3 Коэффициент увеличения грузоподъемности пролетного строения

СФБ-слоя по таблице 11.1 является первым этапом проектирования, с последующим уточнением и проверкой расчетных сечений пролетного строения по СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы.

Таблица 11.1 - значения коэффициентов увеличения грузоподъемности пролетных строений (в долях единицы) за счет устройства СФБ-слоя

Длина пролета, м	Класс прочности на сжатие								
	В30			В45			В60		
	Толщина слоя СФБ, см			Толщина слоя СФБ, см			Толщина слоя СФБ, см		
	5	8	11	5	8	11	5	8	11
Г - 4,5 (габарит)									
12	н\з	н\з	н\з	н\з	н\з	н\з	н\з	н\з	н\з
15	1.06	1.07	1.11	1.07	1.09	1.12	1.07	1.09	1.13
18	1.08	1.09	1.13	1.10	1.11	1.15	1.09	1.10	1.15
24	1.06	1.10	1.12	1.08	1.12	1.14	1,08	1,12	1.14
33	1,07	1,11	1,12	1,09	1,13	1,14	1,09	1,13	1,14
Г – 8 (габарит)									
12	1.00	1.04	1.08	1.01	1.05	1.10	н\з	1.06	1.11
15	н\з	н\з	1.02	н\з	1.01	1.04	н\з	1.01	1.04
18	1.00	1.00	1.04	1.01	1.02	1.06	1.01	1.02	1.06
24	н\з	н\з	н\з	н\з	1.00	1.01	н\з	1.00	1.01
33	н\з	н\з	н\з	н\з	1.0	1.01	н\з	1.00	1.01
Г – 10 (габарит)									
12	н\з	н\з	1.02	н\з	н\з	1.03	н\з	1.00	1.04
15	н\з	1.00	1.04	1.00	1.02	1.06	1.00	1.02	1.06
18	1.00	1.01	1.06	1.02	1.03	1.08	1.01	1.03	1.08
24	н\з	1.00	1.01	н\з	1.02	1.03	н\з	1.02	1.03
33	н\з	н\з	1.00	н\з	1.01	1.02	н\з	1.01	1.02
Г – 11,5 (габарит)									
12	н\з	н\з	н\з	н\з	н\з	1.00	н\з	н\з	1.01
15	н\з	1.01	1.05	1.01	1.03	1.07	1.01	1.03	1.07
18	н\з	н\з	1.03	н\з	1.0	1.05	н\з	1.00	1.05
24	н\з	1.00	1.01	н\з	1.02	1.03	н\з	1.02	1.03
33	н\з	1.01	1.01	1.00	1.03	1.03	н\з	1.02	1.03
Г - 15,25 (габарит)									
12	1.01	1.14	1.19	1.11	1.16	1.20	1.12	1.17	1.21
15	1.02	1.04	1.07	1.03	1.05	1.09	1.03	1.06	1.10
18	1.09	1.11	1.16	1.11	1.13	1.18	1.11	1.13	1.18
24	1.04	1.08	1.09	1.06	1.10	1.11	1.05	1.10	1.11

33	1.03	1.06	1.06	1.05	1.08	1.08	1.04	1.07	1.08
----	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Пр и м е ч а н и е – н\з - незначительно.

Величину повышения грузоподъемности пролетного строения с выбранным по таблице СФБ – слоем следует уточнить путем проверки расчетных сечений с определением главных растягивающих и касательных напряжений и трещиностойкости по: СП.35-13330.2011 «Мосты и трубы»; СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия; ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения; ОДН 218.0.032-2003 Временное руководство по определению грузоподъемности мостовых сооружений на автомобильных дорогах. Особое внимание в расчётах уделить обеспечению совместной работы СФБ-слоя усиления и бетона балок проверкой соответствия расчётных касательных напряжений в плоскости объединения слоёв бетона. При этом сцепление СФБ слоя с бетоном балок за счет применения клеевых составов, либо за счет установки анкеров должно быть не ниже 2,5 МПа на отрыв и требуемых по расчёту касательных напряжений.

При определении несущей способности усиленных СФБ-слоем балок учитывают их фактическое состояние.

11.4 В надпорных участках температурно-неразрезных пролетных строений необходимо принять меры по сохранению сплошности слоя (его трещиностойкости), которые связаны, например, с конструктивным отделением СФБ-слоя от сопрягаемых плит ТНПС на приопорных участках.

11.5 Схема расчёта по оптимизации параметров СФБ-слоя проезжей части ездого полотна железобетонных пролетных строений мостов представлена на рисунке 11.1



Рисунок 11.1 - Блок-схема метода определения оптимальных параметров СФБ-слоя.

12 Эффективность применения сталефибробетона при ремонте мостовых сооружений

12.1 Экономический эффект от применения СФБ при ремонте мостовых сооружений может быть получен вследствие повышения эксплуатационной надежности элементов конструкций и сооружения в целом за счёт увеличения межремонтных сроков, долговечности конструкций. Долговечность СФБ-покрытий проезжей части пролетного строения при выполнении всех положений настоящих рекомендаций практически соизмерима со сроком службы пролетного строения. СФБ-покрытия обладают повышенной прочностью на растяжение при изгибе по сравнению с обычным

бетоном (≥ 5 МПа), прочностью на ударные воздействия до 8-10 раз, прочностью на сжатие – в 1,1-1,2 раза, стойкостью к истиранию со стабильным коэффициентом трения, равным коэффициенту трения по матричному бетону, низкой усадкой и ползучестью бетона.

12.2. При замене традиционной конструкции дорожной одежды, включающей выравнивающий слой, гидроизоляцию, армированный защитный слой, покрытие, однослойной дорожной одеждой из сталефибробетона «базового состава» трудоемкость работ снижается на 35-40%; срок устройства дорожной одежды сокращается в 2,5-4 раза, что особенно эффективно при неблагоприятных погодных условиях.

12.3 При применении СФБ в процессе ремонта сроки выполнения работ существенно сокращаются за счет быстрого набора прочности СФБ по сравнению с обычным бетоном, что особенно важно в условиях интенсивных транспортных потоков в населенных пунктах и на трассах федерального значения.

12.4 дополнительно эффективность с применением СФБ повышается за счет:

- снижения потребности в складских площадях;
- снижения транспортных расходов;
- снижения номенклатуры применяемых материалов.

13 Требования безопасности и охрана окружающей среды

13.1 При изготовлении конструкций с использованием сталефибробетонных смесей следует руководствоваться требованиями СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002, «Правилами по технике безопасности и производственной санитарии в промышленности строительных материалов», стандартами предприятий по безопасности и инструкциями по охране труда.

13.2 Безопасность при изготовлении сталефибробетонных конструкций обеспечивают выбором производственных процессов по ГОСТ 12.3.002-75 и режимов работы производственного оборудования по ГОСТ 12.2.003-86, ГОСТ 12.2.061-81, соблюдением требований пожарной безопасности по

ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ Р12.3.047-98, электробезопасности по ГОСТ 12.1.030-81, соблюдением общих требований по работе с вредными веществами согласно ГОСТ 12.1.007-76, соблюдением требований вибрационной безопасности и выбором способов безопасного производства погрузочно-разгрузочных работ по ГОСТ 12.3.009-76, ГОСТ 12.3.020-80.

13.3 Оборудование и инструмент эксплуатируют, руководствуясь инструкциями в Регламенте по производству работ, составленными применительно к виду работ и согласованными в установленном порядке с органами охраны труда.

13.4 Каждый рабочий при допуске к работе должен пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте с соответствующей записью в журнале.

13.5 При выборе материалов для подбора состава СФБ следует производить радиационную, экологическую и гигиеническую оценку этих материалов на соответствие ГОСТ 30108-94, ГОСТ Р 8.589-2001, СНиП 12-03-2001.

13.6 Сталефибробетонные смеси не содержат токсичных веществ, действующих на кожу или органы дыхания, относятся к веществам малоопасным, четвертого класса опасности по ГОСТ 12.1.007-76.

13.7 При работе с клеевыми составами необходимо соблюдать инструкции производителя по обеспечению норм и правил по охране труда.

Т а б л и ц а А.1 Рекомендуемые составы сталефибробетонов

№	Компоненты СФБ-смеси	Количество на м ³	
1	Цемент М500 ПЦ500Д-20, кг	420 (для М400-60)	
2	Песок Мкр 2,1-2,2, кг	598	
3	Щебень 5-20, гранодиорит, кг	1191	
4	Фибра по ТУ 1231-001-70832021-2010, кг	80	
5	В/Ц	0,36-0,40	
6	Суперпластификатор С-3	0,5% Ц (сухой вес)	
7	СНВ	0,010-0,015% Ц	
8	Осадка конуса, см	3-5	
	Результаты испытаний	I - состав	II - состав
1	Осевое сжатие, МПа	49,8	60,7
2	Осевое растяжение, МПа	3,54	4,15
3	Растяжение при изгибе, МПа	5,97	6,6
4	Водонепроницаемость,	W12	W14
5	Морозостойкость, в солях	F300	F 450
6	По результатам измерений деформаций сталефибробетонных призм размером 10×10×10см, прочностью 49,8М Па, модуль упругости составил, МПа	39,3×10 ³	38,7×10 ³
7	Коэффициент Пуассона	0,18-0,20	0,146

П р и м е ч а н и е – Данный состав соответствует сталефибробетону ТСФБ В40 Вt3.6 Вtb6 F300 W16

Т а б л и ц а А.2 Составы смесей «базового» и оптимизированного

нанодобавками (углеродными наночастицами фуллероидного типа) и результаты сравнительных испытаний

Наименование показателей	Сталефибробетон базового состава	Сталефибробетон оптимизированного состава
2	3	4
1 Расход компонентов на 1 м ³ бетонной смеси, кг:		
- цемент ПЦ 500 Д0	420	420
- песок (Мкр 2,2)	598	600
- щебень гранитный (фр. 5-20)	1191	1190
- фибраТУ1231-001-70832021-2010	90	90
- вода	2,1	-
- суперпластификатор С-3 (0,5% Ц)	0,063	-
- СНВ (0,015%Ц)		
- суперпластификатор FK – 63.30 (или stachement 2061.1»)	-	1,68
наномодифицированный (0,4% Ц)		
2 Осадка конуса бетонной смеси, см	3...5	9...11
3 Средняя плотность, кг/м ³	2460...2465	2475...2480
4 Предел прочности, МПа:		
- при сжатии;	59,7...62,3	60,6...65,8
- при изгибе	5,6...6,1	7,1...7,5
5 Призменная прочность, МПа	46,7	50,4
6 Марка по морозостойкости по ГОСТ 10060.0-3-95	F600 (I) F300 (II)	F600 (I) F300 (II)
7 Марка по водонепроницаемости 12730.5-84	W 14	W 14
8 Выносливость по ГОСТ 24545-81 при уровне нагружения 0,9 R _{np} (f= 6 Гц и ρ _σ = 0,1), млн. циклов	3,0	3,0

9 Марка по морозостойкости по ГОСТ 10060.0-3-95 после испытания циклической нагрузкой по ГОСТ24545-81 (база испытаний 3,0 млн. циклов) при уровне нагружения:	0,6 $R_{пр}$	F600 (I) / F300 (II)	F600 (I) / F300 (II)
	0,7 $R_{пр}$	F500 (I) / F200 (II)	F600 (I) / F300 (II)
	0,8 $R_{пр}$	F400 (I) / F200 (II)	F500 (I) / F200 (II)

Примечания:

1 ГОСТ 24545-81 "Бетоны. Методы испытаний на выносливость" устанавливает методы испытаний путем нагружения образцов стандартных размеров многократно повторяющейся осевой сжимающей нагрузкой. Метода и оборудования испытаний на изгиб циклической нагрузкой в РФ не разработано и не применяется.

2 Образцы сталефибробетона оптимизированного состава соответствуют марке F 600 по первому базовому методу и марке F 300 по второму базовому методу при уровне нагружения в пределах до 0,7 $R_{пр}$ включительно.

3 Образцы сталефибробетона обоих составов соответствуют требуемой марке по водонепроницаемости (W 12) при циклических нагрузках до уровня нагружения в пределах до 0,6 $R_{пр}$.

Т а б л и ц а А.3 – Свойства «базового состава» сталефибробетона в зависимости от качества заполнителей

Вид заполнителей	Модуль крупности песка	Плотность бетона, кг/м ³	Предел прочности при сжатии в возрасте, МПа				Предел прочности при изгибе в 28 суток, МПа	Водонепроницаемость
			1 сутки	3 суток	7 суток	28 суток		
мытые	2	2550	21,9	46,3	51,1	54,7	6,72	12
	2,25	2530	25,8	47,2	55	59,9	6,92	14
	2,5	2510	32,1	57,1	67,1	75,6	7,45	14
немытые	2	2540	7,7	45,7	51,3	53,8	6,56	12
	2,25	2520	24	45,6	54,9	58,1	6,69	14
	2,5	2510	29,7	56	61,4	70,6	7,37	14

Т а б л и ц а А.4 - результаты испытаний бетонных смесей на раслаиваемость по водоотделению. «Базовый состав» с ОК=1-2см

Вид фибры	Масса воды, г	Масса сосуда, г	Масса сосуда со смесью, г	Объем смеси, л	Показатель водоотделения, %
1	0.3565	520	9190	3.53	0.010
2	0.378	530	9670	3.72	0.010
3	0.3878	525	6220	2.32	0.017
4	0.472	520	9640	3.71	0.013

Т а б л и ц а А. 5 - сравнительные характеристики сталефибробетона на разных типах стальных волокон (фибр)

Т а б л и ц а А.5.1 - результаты испытаний фибробетонных образцов

Вид испытания	Обозначение	Размерность	1. Фибра фр. из листа анкерная		2. Фибра из сляба.		3 Фибра пров. с загн. концами.		3. Фибра из листа с проф. волн. анкерованием по всей длине.	
			R _i	R _{CP}	R _i	R _{CP}	R _i	R _{CP}	R _i	R _{CP}
сжатие	R _{np}	МПа	49,2	49,4	50,0	50,0	45,0	47,2	49,5	49,2
			49,5		50,0		49,5		49,0	
Растяжение	R		3,3	3,3	5,6	2,8	2,6	2,7	2,6	2,6
			3,4		2,7		2,8		2,7	
изгиб	R _{pH}		8,0	8,0	6,8	6,6	7,6	7,4	6,1	
			7,7		6,3		7,2		5,1	

Т а б л и ц а А. 5.2 - модуль упругости и коэффициенты Пуассона

Параметры	Размерность	Тип фибры			
		1 Фибра фр. из листа анкерная	2. Фибра из сляба	3. Фибра пров. с загн. концами	4. Фибра из листа с проф. волновым анкерованием по всей длине.
Модуль упругости	МПа	41,7-10 ³	40,5-10 ³	40,5-10 ³	39,5-10 ³
Коэффициент Пуассона		0.26	0.22	0.27	0.26

Т а б л и ц а А.5.3 Сравнение прочностных характеристик (в долях)

Параметр	Тип фибры			
	1. Фибра фр. из листа анкерная	2 Фибра из сляба.	3. Фибра пров. с загн. концами.	4. Фибра из листа с проф. волновым анкерованием по всей длине.
Кубиковая прочность	1	0.97	0.90	0.92
Призменная прочность	1	1.01	0.96	1.0
Растяжение	1	0.84	0.81	0.79
Изгиб	1	0.83	0.94	0.71

Таблица А.6. Состав сталефибробетона с повышенной подвижностью и высокими

№ п/п	Наименование компонентов	Ед.изм., кг	Количество
1	2	3	4
1	Цемент ПЦ 500	кг	400
2.	Песок Мкр 2,2 -2,5	кг	750
3	Щебень фракции 5-20мм (5÷10 - 25%)	кг	1050
4	Фибра -1	кг	70
5	Вода	л	160
6	Добавка ЦМИД-4	кг	25
7	В/Ц	-	0,4
8	Объемная масса бетонной смеси	кг/м ³	2440
9	Подвижность ОК	см	17

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

№п/п	Наименование показателей	Результаты испытаний
1	Прочность на сжатие. МПа	60
2	Прочность на осевое растяжение, МПа	4.2
3	Прочность на растяжение при изгибе. МПа	7.5
4	Модуль упругости. МПа	39.8x10 ³
5	Коэффициент Пуассона	0.2
6	Водонепроницаемость	> W 12
7	Морозостойкость	>F300

физико-механическими характеристиками.

Приложение Б

Подача фибры в бетономешалку с принудительным перемешиванием

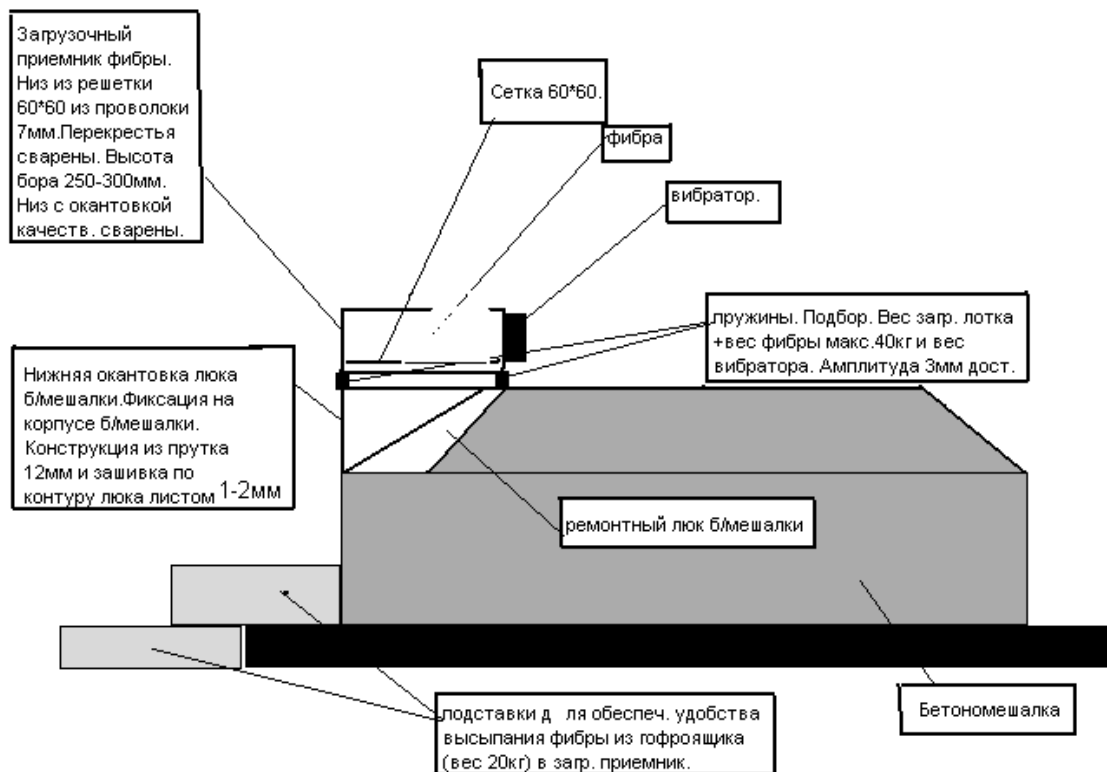


Рисунок Б.1 – Приспособление для ввода фибры в бетоносмеситель с принудительным перемешиванием

Данное решение предусматривает вибропонуждение для прохождения фибры через сетку. Устройство делается съемным. В случае приготовления бетона без фибры - устройство снимается с люка. Вес устройства от 35 до 40 кг. Вибратор должен обеспечивать колебания приемника с тем, чтобы 20 кг фибры уходило примерно за 35-45 сек. Бетономешалка должна работать в штатном режиме. Перед подачей фибры в бетономешалку подается только щебень. После подачи фибры и минутного перемешивания подается все остальное в стандартном режиме. Данный порядок нарушать нельзя. Последствия нарушения порядка приводят к появлению «ежей», сгустков фибры в массе смеси, что недопустимо.

Если не предполагается длительная работа, можно устанавливать приемник

без пружин и вибраторов. В этом случае изготавливаются “грабельки” (рис. Б.2).

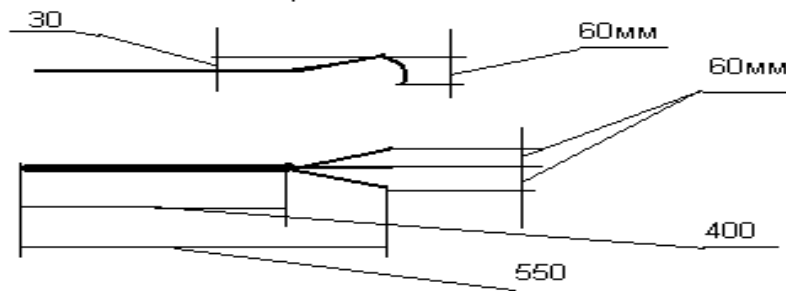


Рисунок Б.2 – Грабельки. Материал: проволока диаметром 6-7 мм из арматурной стали. Концы гребенок заострить: длина конуса 5 мм, самый кончик притуплен сферически, диаметр сферы минимальный. В комплекте 2 шт.

Приложение В

Форма документа о качестве сталефибробетонной смеси

Документ о качестве сталефибробетонной смеси № _____

Наименование организации-изготовителя _____
 Адрес, телефон, факс изготовителя _____
 Потребитель _____
 Условное обозначение фибробетона _____
 Удобоукладываемость бетонной смеси на заводе-изготовителе и на месте
 укладки, см (сек) _____
 Наибольшая крупность заполнителя, мм _____
 Объем отправляемой бетонной смеси, м³ _____
 Состав бетонной смеси _____
 Знак соответствия (если СФБ сертифицирован) _____
 Дата и время отправки бетонной смеси _____
 Количество воды затворения (для сухой смеси), литр _____
 Количество и вид добавок _____
 Проектное количество фибры (кг/м³) _____
 Отклонение от проектного содержания фибры (%) _____
 Класс СФБ по прочности при сжатии _____
 Другие показатели качества (при необходимости) _____
 Коэффициент вариации прочности бетона (%) _____
 Требуемая прочность СФБ, МПа _____
 Класс материалов по удельной эффективной активности естественных
 радионуклидов и цифровое значение А эфф, Бк/кг _____
 Выдан « _____ » 200_ г.

Начальник цеха (мастер) _____

Ф.И.О

Подпись

Начальник лаборатории

Приложение Г

Примеры праймеров и клеевых составов для обеспечения заданной проектом адгезии ремонтных составов СФБ к бетону основания.

Примеры механизмов для нанесения клеевых составов на поверхность основания

Г.1 Эпоксидный состав по типу Eрогір

Эпоксидный состав для структурного склеивания (соответствует EN 1504-4) и/или для инъектирования во влажные* трещины.

Область применения:

- для обеспечения адгезии «нового» бетона к «старому» при перерывах в бетонировании.
- склеивание сборных элементов железобетона.
- склеивание металла или композитов с бетоном.
- заполнение трещин в бетоне.

Eрогір наносится плоским шпателем или кистью на сухой или влажный бетон. На пористых поверхностях нужно дать время составу заполнить поры и пустоты для гарантии сцепления «нового» бетона с обработанной поверхностью.

Подробности – см. АСІ 503.6R-97 «Рекомендации по применению эпоксидных и латексных составов для обеспечения адгезии свежего бетона к затвердевшему». При использовании Eрогір для заполнения трещин шире 0,5 мм достаточно просто уложить состав в трещину. Если трещины уже 0,5 мм, они должны быть расчеканены и вычищены до использования Eрогір.

Окончательные характеристики:

Усадка по EN 12617-1	- 0,02 при +23 °С и 0,1 при +70 °С
Модуль упругости при сжатии по EN 13412	- 3000 Н/мм ²
Коэфф. температ. расширения по EN 1770	- 97x10 ⁻⁶ К ⁻¹
Температура стеклования по EN 12614	- ≥40 °С
Долговечность (климатические циклы)	- тесты пройдены по EN 13733 (адгезия обеспечивается).
Адгезия бетон-сталь по EN 1542	>3,0 Н/мм ² (разрушение бетона)
Адгезия по EN 12636	тесты пройдены (разрушение бетона)
Адгезия на срез по EN 12615	>9 Н / мм ²

Прочность на сжатие по EN 12190	$>70 \text{ Н / мм}^2$
Адгезия по EN 12188	$>24 \text{ Н / мм}^2$ и при $50^\circ > 73$, при $60^\circ > 87$, при $70^\circ > 107 \text{ Н / мм}^2$

Г.2 Двухкомпонентный эпоксидный материал по типу CONCRESSIVE® 1002, который используется в качестве:

- антикоррозионного покрытия для защиты арматуры при ремонте и восстановлении железобетонных конструкций;
- праймера для создания адгезионного слоя между затвердевшим и свежеложенным бетоном или раствором.

Применение состава:

Приготовленный материал CONCRESSIVE® 1002 наносят на поверхность с помощью жесткой кисти, шпателя или валика.

Свежий бетон или раствор необходимо наносить на свежий неотвержденный праймер и затем уплотнять.

Технические характеристики:

Компонент А, В. Цвет соответственно белый, серый.

Состояние пастообразный

Плотность при $t 20^\circ\text{C} \sim 1,4 \text{ кг/дм}^3$

Расход при использовании в качестве праймера от 0,8 до 1,5 кг/м²

Температура основания и обработки от $+8^\circ\text{C}$ до $+30^\circ\text{C}$ и на 3°C больше «точки росы».

Максимальная относительная влажность воздуха 80 %.

Время жизни при $t 20^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха 65 % ~ 30 мин

Количество слоев: при антикоррозионном покрытии минимум 2 и толщине антикоррозионного покрытия минимум 0,3 мм, при создании адгезионного слоя минимум 1 мм.

Прочность на отрыв при нанесении на бетон $\sim 3,0 \text{ МПа}$ и сталь $\sim 12,0 \text{ МПа}$

Условия и срок хранения в оригинальной упаковке в сухом месте без замораживания – в течение 2 лет.

Г.3 По типу ЦМИД-1К «Эластик» - тонкослойное полужесткое полимер-цементное покрытие для защиты бетонных, каменных и металлических поверхностей.

Применяется:

- при внутренних и наружных работах для гидроизоляции бетонных и каменных конструкций и сооружений от воздействия воды и агрессивных сред
- для герметизации мелких трещин бетона;
- для антикоррозионной защиты металлических поверхностей и арматуры;
- для создания адгезионного слоя и улучшения сцепления ремонтных материалов с металлической поверхностью.

Свойства:

- Водонепроницаемость W18;
- Эластичность;
- Адгезия к металлу и бетону: Нанесенный материал обеспечивает высокое сцепление с бетоном, строительным раствором и очищенной металлической поверхностью.

Прочность сцепления не менее 2,0 МПа;

- Морозостойкость F200;

Г.4 Рекомендации по увеличению адгезии вновь укладываемого слоя СФБ и «старого» или уже затвердевшего бетона.

Надёжность адгезии «старого» и вновь укладываемого ремонтного материала рекомендуется повышать качественной подготовкой бетонной поверхности к ремонту. Обеспечить необходимое качество поверхности по всей площади ремонтируемых зон в производственных условиях сложно. В связи с этим рекомендуется применение адгезионных составов для обеспечения сцепления «нового» и «старого» бетонов. В этом качестве рекомендуется покрывать эпоксидным составом (EpoGrp) «старый» бетон, после чего укладывать ремонтный состав из СФБ смеси.

Анализ изменения величин адгезии ремонтного состава СФБ (см. Табл. Г.1) под

действием переменных циклов замораживания – оттаивания показал эффективность такой технологии.

Т а б л и ц а Г.1 – изменение уровня адгезии ремонтного состава СФБ АРБ-10Ф в процессе испытаний на морозостойкость

Марка материала	Обработка поверхности подложки	Адгезия к бетонному основанию через 28 сут. нормального твердения		Адгезия к бетонному основанию после 8-ми циклов замораживания (при -50 ⁰ С – оттаивания при +20 ⁰ С) в 5% р-ре NaCl, МПа		
		Среднее	Минимум	Среднее	Изменение	
Ремонтный СФБ состав	Стальная щетка и вода	2,62	2,65	0,0	2,09 (-21,1%)	
				1,74		
		2,89		2,30		
				2,03		
		2,45		2,19		
	Обработка адгезионным составом		2,17	2,52	2,17	2,17 (-13,8%)
		2,69	2,38			
		2,37	2,11			
			2,03			
		2,51	2,17			

Г.5 Установка по типу TwinControl 48-110 - 48-110 и ее технические характеристики для механизированного нанесения 2 компонентных эпоксидных составов.

Двухкомпонентник TwinControl является экономичным, компактным и простым в использовании, и предназначен для нанесения всех материалов, в том числе высокой вязкости.

Технические характеристики:

Точность смешения ± 2%

Соотношение компонентов 0,1:1 - 20:1

Максимальное давление 370 бар

Максимальное давление материала на входе 5 бар

Давление воздуха на входе от 6 до 8 бар

Температура материала от 5 до 60°C

Производительность при соотношениях компонентов 1:1 - 6,6 л/мин,
4:1 - 4,1 л/мин , 10:1 - 3,6 л/мин , 20:1 - 3,4 л/мин

Температура окружающей среды от 5°C до 40 °C

Применяемые материалы: 2К эпоксидная грунтовка; 2К эпоксидные краски;

Все рабочие параметры удобно регулируются, на всех кнопках изображены процессы, за которые они отвечают;

Установка обеспечивает высокую производительность, специально предназначенный смесительный блок улучшает однородность смеси.

Установки могут быть в настенном варианте или установлены на подвижную тележку

Физико-механические характеристики сухих смесей, рекомендуемых в качестве
ремонтных СФБ-составов

Д.1 Сухая ремонтная смесь, выпускаемая по ТУ 545-010-70452241-2007.
Смеси сухие с компенсированной усадкой АРБ.

- однокомпонентный состав подвижной консистенции, с компенсированной усадкой на основе портландцемента. Содержит фракционированный инертный заполнитель с максимальным размером частиц до 10 мм, стальную латунизированную, а также полимерную фибру и комплексную минерально-химическую добавку.

Т а б л и ц а Д.1 – физико-механические свойства ремонтной смеси

(по ТУ 545-010-70452241-2007)

(по ТУ 545-010-70452241-2007)

Параметр	Нормативный документ	СФБ
1 Сухая смесь: влажность, %, не более	ТУ 545-010-70452241-2007 ГОСТ 26633-91 ГОСТ 31357-07 ГОСТ 8735-88	0,16
2 Зерновой состав: остаток на сите 10 мм, % не более		0,3
3 Насыпная плотность, кг/м ³		1600
4 Бетонная смесь: подвижность, см		18
5 Сохраняемость подвижности, мин, не менее		90
6 Удобоукладываемость (распływ конуса), мм		145 ÷ 160
7 Средняя плотность смеси, кг/м ³	СНиП 2.03.01-84	2460
8 Средняя плотность бетона, кг/м ³	СНиП 2.03.01-84	2500
9 Предел прочности при сжатии, МПа, не менее:		
- через 8 часов;	ГОСТ 30744	22,3
- через 24 часа;	ГОСТ 310.4	50,0
- через 28 суток	ГОСТ 10180	105,0
10 Предел прочности на растяжении при изгибе, МПа, не менее:	ГОСТ 30744 ГОСТ 310.4	13,0

- через 24 часа; - через 28 суток	ГОСТ 10180	16,9
11 Деформации расширения (усадки) бетона, мм/м, не более	ГОСТ 24544-81	0,1
12 Модуль упругости, МПа, не менее	ГОСТ 24452-80	43000
13 Предел прочности сцепления с бетонным основанием в возрасте 28 суток, МПа, не менее	ГОСТ 31356 EN 1542:1999 E	7,0
14 Потери по прочности, %	ГОСТ 10060.2-95	15
15 Морозостойкость, циклы	ГОСТ 10060.2-95	F300
16 Потери по массе, %	ГОСТ 10060.2-95	-0,21
17 Водонепроницаемость, W (показания прибора, с/см ³)	ГОСТ 12730.5	W12 (43,2)

В проведённых исследованиях для приготовления ремонтной СФБ смеси (по ТУ 545-010-70452241-2007) применена растворомешалка принудительного действия марки МРБС – 100. Время перемешивания ремонтной смеси составляло четыре минуты. Контрольные образцы–кубы из ремонтной смеси размером 10x10x10 см были разделены на две партии. Первая партия выдерживалась в течение 10 ч. при температуре $(40\pm 2)^\circ\text{C}$, вторая выдерживалась в нормальных условиях при температуре $(22\pm 1)^\circ\text{C}$.

Испытания на сжатие образцов-кубов из ремонтной СФБ (по ТУ 545-010-70452241-2007) смеси проводились по ГОСТ 10180 – 90, по истечении следующих интервалов времени после изготовления: через 6 ч, 8 ч, 10ч, 1сут, 3 сут, 7сут, 28 сут (рисунок Д.1).

Анализ проведённых исследований показал, что бетон из сухой СФБ смеси имеет высокие показатели прочности на сжатие уже в первые часы твердения. Создание условий для твердения смеси при температуре в $+40^\circ\text{C}$, позволяет уже через 6 часов получить прочность ремонтного материала свыше 20 МПа, через 24 часа - 40 МПа. Достижение такого уровня прочности в первые часы после изготовления, позволит применить этот материал для ремонта конструкций

транспортного назначения в условиях коротких перерывов движения транспорта. Прочность на сжатие ремонтного СФБ - бетона на 28 сутки твердения соответствуют классу бетона не ниже В60.

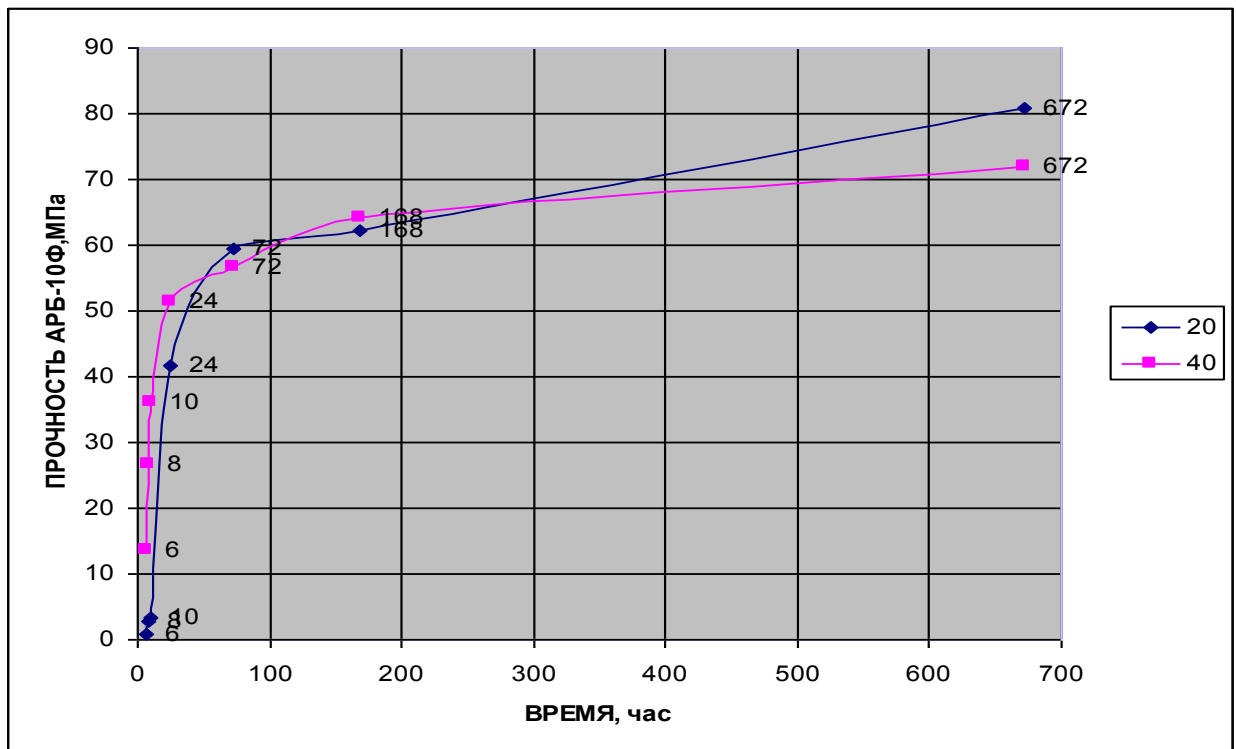


Рисунок Д.1 – Кинетика роста прочности ремонтной СФБ смеси (по ТУ 545-010-70452241-2007)

Д.2 Сухие смеси семейства РФ-26М

Анализ проведенных исследований показал, что кинетика роста прочности ремонтной СФБ смеси РФ-26, благодаря применению высокоактивного цемента, хорошо сбалансированного состава (в том числе, гранулометрического инертных заполнителей), а также введению в состав бетона фибры позволила достигнуть требуемой по условиям эксперимента прочности бетона 20 МПа не позднее 6 часов после формирования смеси при температуре твердения 20 °С.

Применение СФБ в 1.5-2.0 раза увеличивает трещиностойкость конструкции по сравнению с тяжёлым бетоном. Это свойство СФБ является решающим на ранних стадиях твердения бетона для обеспечения сплошности стыков конструкций, ремонтируемых в условиях коротких перерывов движения транспорта.

Таблица Д.2 – физико-механические свойства материала РМ-26М

Наименование показателей	РМ-26м	Методы определения
Подвижность бетонной смеси, см	4 - 6	ГОСТ 10181
Прочность на растяжение при изгибе, МПа, не менее: в возрасте 1 сут 28 сут	7,5 10,5	ГОСТ 310.4
Прочность при осевом растяжении (МПа) в возрасте 28 сут. не менее:	3,0	ГОСТ 10180
Прочность на сжатие при 20 °С не менее: % в возрасте: 6 час 1 сут 28 сут	4 часа - (30,0)* 40,0 60,0	ГОСТ 10180
Призменная прочность, МПа, не менее: в возрасте 28 сут	50,0	ГОСТ 24452
Прочность сцепления с бетоном (адгезия), МПа, не менее: в возрасте 1 сут 28 сут	1,2 2,5	
Модуль упругости, МПа x 10 ³ : при сжатии при растяжении	33,0 39,0	ГОСТ 24452
Морозостойкость (в солях), циклы, не менее	300	ГОСТ 10060
Водонепроницаемость, W	14	ГОСТ 12730.5-84
Относительные усадочные деформации (мм/м), не более	0,365	ГОСТ 24544

Приложение Е**Перечень организаций и отдельных ученых,
исследования, разработки и предложения которых учтены в ОДМ)**

1. Южноуральский государственный университет (д.т.н., проф. Трофимов Б.Я., д.т.н. Крамар Л.Я., к.т.н. Евсеев Б.А., Зинов И.А., Горбунов С.П);
2. ОАО «ЦНИИС» (к.т.н. Иванов Е.А., Смирнов Н.В., Новак Ю.В., Строчкий В.Н., Бейвель А.И., Бегун И.А., Фальковский Е.В., Антропова Е.А.);
3. ЦНИИ-26 МО РФ (к.т.н. Гвоздев В.А., Давыдов И.В.);
4. Санкт-Петербургский государственный арх.-строительный университет (д.т.н., проф. Пухаренко Ю.В., к.т.н. Аубакирова И.У., Голубев В.А.);
5. НИЦ «Строительство», НИИЖБ (к.т.н. Волков И.В.);
6. ООО НПП «СК МОСТ» (к.т.н. Сахарова И.Д.);

7. филиалы ГИПРОДОРНИИ: Хабаровский (Рыженко С.Н., Проскуряков А.А., Макаревич О.А., Леоненко В.В), Иркутский (Белинский Г.А., Труфанов О.Г.), Волгоградский (Рудыкин С.О., Клейнман А.М., Евсеев С.Н.);
8. ГУП «Проектно-исследовательский институт «Челябдорпроект» (Миркин П.А., Краснова Л.А., Кочкина З.А),
9. ЮжУралакадемцентр РААСН (к.т.н. Сытник А.С.)
10. Пролетные строения железобетонных мостов с гидрозащитным слоем. Васильев Е.Б. М. Транспорт. 1982г.
11. Союздорнии. Методические рекомендации по устройству конструкции дорожной одежды на железобетонной плите проезжей части автодорожных мостовых сооружений с гидроизоляцией из плотного бетона. М.1991г.

Заказчики, генподрядные и субподрядные организации, использовавшие СФБ-технологии в строительной практике при строительстве и ремонте мостовых сооружений: ГУ ДСД «Дальний Восток» (Новиков Р.В.), ОАО «Дальмостострой» (Лисовый В.В., Собин С.Г.), АО «МОСТОСТРОЙ-9» (Любимов Ю.Г., Микуляк С.Л. Колесников Н.А.), ООО «Мостостройпроект», Екатеринбург (Левчук А.П., Сивцов А.А.), БашАвтодор (Аминов Ш.Х., Чистяков С.И., Яруллин Х.Х., Струговец И.Б., Султаншин И.Л., Альмяшев А.А., Кочкина Е.В., Озолинь В.Т), Областное Управление автодорог Свердловской обл. (СОГУ) (Дмитриев В.Н., Осенков С.Н., Кошкарров В.В., Ляной В.В.), ЗАО «Хабаровский мостоотряд» (Глади́н Р.М., Роженов А.Ф.), МУП «ДРСУ», Челябинск (Коваль К.Л., Вилькин Я.И.), МО16 Уралмостострой (Теплов, Радаев Н.П.), Волгоградавтомост (Майданов А.В., Филоненко С.А.), Комсомольский МО (Лисин А.Д., Чичкин В.К.), Автомост-Чита (Ненашев В.А., Елгин Б.Б.), Мостостроительный отряд Чита-17 (Кияев В.М., Егий Д.В.), Мостоотряд 64 (Шишкин А.В., Романенко П.М.), Строительная компания Мостоотряд 54 (Еременко Д.И., Еременко И.В.), Тихоокеанская мостостроительная компания (Гребнев В.Г., Лебедев А.И.), СтройМостРеконструкция (Шейфер Г.Г.), Мостоотряд 43 (Майстренко П.В., Усманов Б.М.), Краснодаравтомост (Лазаренко В.В., Лопатин Д.В.), Мостоотряд 34 (Голод Е.Я.) и др.

Приложение Ж

Библиография

- | | | |
|-----|--|--|
| [1] | Федеральный Закон № 257-ФЗ от 08.11.2007 г. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ | |
| [2] | Распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2010 г. №1047-р | «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил» |
| [3] | СНиП 52 -01- 2003 | Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения |

- | | | |
|------|------------------|--|
| [4] | СП.35-13330.2011 | Мосты и трубы |
| [5] | СНиП 3.01.04-87 | Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения |
| [6] | СНиП 3.03.01-87 | Несущие и ограждающие конструкции |
| [7] | СНиП 3.06.04-91 | Мосты и трубы |
| [8] | СНиП 3.09.01-85 | Производство сборных железобетонных конструкций и изделий |
| [9] | СНиП 2.03.11-85 | Защита строительных конструкций от коррозии" |
| [10] | СНиП 23-01-99* | Строительная климатология |
| [11] | СНиП 3.06.07-86 | Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний |
| [12] | СП 13-102-2003 | Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений |
| [13] | СНиП 2.01.07-85. | Нагрузки и воздействия |
| [14] | СНиП 12-03-2001 | Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. |
| [15] | СНиП 12-04-2002" | Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство |
| [16] | EN 1504 | Материалы и системы для защиты и ремонта железобетонных конструкций |
| [17] | EN 1542:1999 | Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Измерение |

сопротивления отрыву

- [18] EN 12188:1999 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение спекаемости стали для описания конструкционных связующих агентов
- [19] EN 12190:1999 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение прочности при сжатии ремонтных строительных растворов
- [20] EN 12615-1999 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение сопротивления сдвигу при сжатии
- [21] EN 12617-1:2003 Изделия и системы защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Часть 1. Определение линейной усадки и систем защиты поверхности
- [22] EN 12636-1999 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытаний. Определение сцепления бетон-бетон
- [23] EN 13412-2006 Изделия и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Методы испытания. Определение модуля эластичности при сжатии
- [24] ОДН 218.0.032-2003 Временное руководство по определению грузоподъемности мостовых сооружений на автомобильных дорогах. Росавтодор, М., 2003г
- [25] ОДМ 218.1.001-2010 Рекомендации по разработке и применению документов

технического регулирования в
сфере дорожного хозяйства.
Росавтодор, М., 2010г.

- | | | |
|------|---------------------------|--|
| [26] | ОДМ | Методические рекомендации по применению конструкций температурно-неразрезных пролетных строений. Росавтодор, М., 2003 г. |
| [27] | СП 52-101-2003 | Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры |
| [28] | СП 52-104-2006* | Сталефибробетонные конструкции. НИИЖБ, М., 2010 г. |
| [29] | ТУ 1231-001-70832021-2010 | Фибра стальная |
| [30] | ТУ 1276-002-51484465-2002 | Фибра стальная |
| [31] | ТУ 5715-001-11707286-03 | Ремонтный материал на основе сухих смесей «РМ-26 У», «РМ-26 М» |
| [32] | ТУ 5745-010-70452241-2007 | Смеси сухие с компенсированной усадкой АРБ-10 и АРБ-10Ф |
| [33] | ТУ 5870-001-51484465-00 | Тяжелый сталефибробетон |

ОКС93.040

Ключевые слова: сталефибробетон, СФБ-смесь, СФБ-конструкция, виброрейка.