ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72000— 2025

Дороги автомобильные общего пользования

ФИБРОБЕТОН СВЕРХПРОЧНЫЙ СО СТАЛЬНОЙ ФИБРОЙ ДЛЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 418 «Дорожное хозяйство»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 марта 2025 г. № 219-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 2
4 Технические требования 3
5 Правила контроля и оценки качества 4
6 Правила приемки 7
7 Методы контроля 8
8 Указания по применению 8
Приложение А (рекомендуемое) Алгоритм расчета состава сверхпрочного сталефибробетона 9
Приложение Б (рекомендуемое) Методика изготовления сверхпрочного сталефибробетона 10
Приложение В (рекомендуемое) Требования к оборудованию для производства сверхпрочного сталефибробетона 12
Приложение Г (рекомендуемое) Методика испытаний стандартных контрольных образцов сверхпрочного сталефибробетона на осевое растяжение 15
Библиография 18

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Дороги автомобильные общего пользования

ФИБРОБЕТОН СВЕРХПРОЧНЫЙ СО СТАЛЬНОЙ ФИБРОЙ ДЛЯ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Технические условия

Automobile roads of general use. Ultra-high performance fiber reinforced concrete for bridge structures. Specifications

Дата введения — 2025—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на сверхпрочные бетоны на цементных вяжущих и плотных заполнителях, дисперсно-армированные стальной фиброй классов по прочности на сжатие от B_f120 до B_f180 (далее — сверхпрочные сталефибробетоны), применяемые для проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта искусственных дорожных мостовых сооружений и конструкций, со сроком эксплуатации не менее 100 лет по ГОСТ 27751.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 4.212 Система показателей качества продукции. Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей

ГОСТ 8.610 Государственная система обеспечения единства измерений. Дозаторы весовые автоматические дискретного действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Методы испытаний

ГОСТ 7473 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 10060 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10180 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 12730.1 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.5 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

ГОСТ 13015 Изделия бетонные и железобетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения

ГОСТ 13087 Бетоны. Методы определения истираемости

ГОСТ 18105—2018 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 24316 Бетоны. Метод определения тепловыделения при твердении

ГОСТ 24452 Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона

ГОСТ 24544 Бетоны. Методы определения деформаций усадки и ползучести

ГОСТ 24545 Бетоны. Методы испытаний на выносливость

ГОСТ 25192 Бетоны. Классификация и общие технические требования

ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27006 Бетоны. Правила подбора состава

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

Издание официальное

ГОСТ 28570 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

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

ГОСТ 31108 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31384 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 31914 Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества

ГОСТ 33174 Дороги автомобильные общего пользования. Цемент. Технические требования

ГОСТ Р 55224 Цементы для транспортного строительства. Технические условия

ГОСТ Р 59535—2021 Бетоны тяжелые и мелкозернистые, дисперсно-армированные стальной фиброй. Технические условия

ГОСТ Р 59714 Смеси бетонные самоуплотняющиеся. Технические условия

ГОСТ Р 59715 Смеси бетонные самоуплотняющиеся. Методы испытаний

ГОСТ Р ИСО 12491—2011 Материалы и изделия строительные. Статистические методы контроля качества

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 7473, ГОСТ 13015, ГОСТ 18105, ГОСТ 25192, ГОСТ 26633, ГОСТ 31914, ГОСТ Р 59714 и ГОСТ Р 59535, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **сверхпрочный сталефибробетон:** Высокофункциональный бетон на плотных заполнителях (бетон-матрица), армированный равномерно распределенной в его объеме стальной фиброй, классов по прочности на сжатие не менее B_f 120 и остаточной прочностью при растяжении не ниже 6 МПа.

3.2 **бетон-матрица:** Бетон на цементных вяжущих и плотных заполнителях размером менее 5 мм.

3.3 **удобоукладываемость:** Технологическое свойство сталефибробетонных смесей, характеризуемое их способностью заполнять форму с образованием плотной однородной массы и оцениваемое подвижностью.

3.4

мостовое сооружение: Инженерное дорожное сооружение (мост, путепровод, эстакада и др.), устраиваемое при пересечении транспортного пути с естественными или искусственными препятствиями; часто заменяется термином «мост».

[ГОСТ 33178—2014, пункт 3.1]

3.5 **мостовая конструкция:** Часть (элемент) мостового сооружения.

3.6 **прочность на осевое растяжение (до начала трещинообразования):** Показатель, определяемый как точка на диаграмме/графике «напряжения — относительные деформации», в которой происходит первое резкое изменение угла наклона графика.

4 Технические требования

4.1 Требования настоящего стандарта следует соблюдать при разработке проектной и технологической документации на сборные сталефибробетонные или сталефибробетонные с комбинированным армированием изделия и монолитные сталефибробетонные или сталефибробетонные с комбинированным армированием конструкции, при разработке новых и пересмотре соответствующих стандартов и технических условий.

4.2 Сверхпрочные сталефибробетоны следует изготовлять в соответствии с требованиями настоящего стандарта, нормативных документов (НД) на изделия и конструкции конкретных видов, а также технологических регламентов, утвержденных в установленном порядке.

4.3 Характеристики сверхпрочного сталефибробетона

4.3.1 По показателям качества сверхпрочный сталефибробетон подразделяют:

а) по прочности:

1) на классы прочности на сжатие: B_f120; B_f130; B_f140; B_f150; B_f160; B_f170; B_f180;
2) на классы прочности на осевое растяжение до начала трещинообразования: $B_{ft,cr}6,0$; $B_{ft,cr}6,4$; $B_{ft,cr}6,8$; $B_{ft,cr}7,2$; $B_{ft,cr}7,6$; $B_{ft,cr}8,0$; $B_{ft,cr}8,4$; $B_{ft,cr}8,8$; $B_{ft,cr}9,2$; $B_{ft,cr}9,6$; $Bf_{ft,cr}10,0$; $B_{ft,cr}10,4$; $B_{ft,cr}10,8$; $B_{ft,cr}11,2$; $B_{ft,cr}11,6$; $B_{ft,cr}12,0$; $B_{ft,cr}12,4$; $B_{ft,cr}12,8$; $B_{ft,cr}13,2$; $B_{ft,cr}13,6$; $B_{ft,cr}14,0$; $B_{ft,cr}14,4$; $B_{ft,cr}14,8$; $B_{ft,cr}15,2$; $B_{ft,cr}15,6$; $B_{ft,cr}16,0$;
3) на классы остаточной прочности на осевое растяжение: $B_{ft,r}6,0$; $B_{ft,r}6,3$; $B_{ft,r}6,6$; $B_{ft,r}6,9$; $B_{ft,r}7,2$; $B_{ft,r}7,5$; $B_{ft,r}7,8$; $B_{ft,r}8,1$; $B_{ft,r}8,4$; $B_{ft,r}8,7$; $B_{ft,r}9,0$;

б) по морозостойкости — сталефибробетон марки $F_2$1000;

в) по водонепроницаемости — сталефибробетон марки W20;

г) по истираемости — сталефибробетон марки G1.

4.3.2 Классы и марки сверхпрочных сталефибробетонов по прочности устанавливают в соответствии с правилами проектирования и указывают в проектной документации.

4.3.3 В зависимости от условий работы сверхпрочного сталефибробетона в различных средах эксплуатации по ГОСТ 31384 допускается устанавливать дополнительные требования к бетону (коррозионная стойкость, проницаемость, коэффициент фильтрации воды и др.) по ГОСТ 4.212.

4.3.4 Возраст сверхпрочного сталефибробетона, в котором обеспечиваются заданные технические требования, должен быть указан в проекте. Проектный возраст сверхпрочного сталефибробетона назначают в соответствии с правилами проектирования с учетом условий твердения бетона, способов возведения и сроков фактического нагружения конструкций. Если проектный возраст не указан, технические требования к сверхпрочному сталефибробетону должны быть обеспечены в возрасте 28 сут.

4.3.5 Значения нормируемых показателей передаточной и отпускной прочности сверхпрочного сталефибробетона сборных сталефибробетонных изделий для строительных конструкций устанавливают в технологической и/или технической документации завода-изготовителя или при заказе изделий.

4.3.6 Значения нормируемых показателей прочности сверхпрочного сталефибробетона монолитных конструкций в промежуточном возрасте устанавливают в технологической документации заказчика.

4.3.7 В период изготовления изделий и конструкций, а также строительства и эксплуатации зданий и сооружений из сверхпрочного сталефибробетона во внешнюю среду не должны выделяться вредные вещества в количествах, превышающих действующие санитарно-гигиенические нормы [1].

4.4 Требования к сверхпрочным сталефибробетонным смесям

4.4.1 Сверхпрочные сталефибробетонные смеси должны соответствовать требованиям ГОСТ 7473 и ГОСТ Р 59714 с учетом следующих особенностей:

- коэффициент изменчивости содержания фибры в единице объема смеси, характеризующий распределение стальной фибры в сталефибробетонной смеси, не должен превышать 15 %, а единичные значения содержания фибры в сверхпрочном сталефибробетоне должны быть не менее 80 % номинального значения;

- коэффициент, характеризующий расслаиваемость сверхпрочной сталефибробетонной смеси, должен быть не более 0,85 для смесей марок по удобоукладываемости П1—П3 и 0,80 — для смесей марок П4, П5.

4.4.2 Состав сверхпрочной сталефибробетонной смеси следует подбирать по ГОСТ 27006 с учетом требований ГОСТ 31384 и приложения А.

4.4.3 Подбор состава сталефибробетонной смеси для бетона сооружений классов КС-2 и КС-3 по ГОСТ 27751 проводят по ГОСТ 27006 с учетом требований ГОСТ 31384.

4.4.4 Методика изготовления сверхпрочного сталефибробетона приведена в приложении Б.

4.4.5 Требования к оборудованию для производства сверхпрочного сталефибробетона приведены в приложении В.

4.4.6 Условное обозначение сверхпрочной сталефибробетонной смеси заданного качества при заказе должно включать в себя:

- класс по прочности на сжатие, осевое растяжение и остаточную прочность на осевое растяжение;
- марку смеси по удобоукладываемости, вязкости или текучести по ГОСТ Р 59714;
- другие нормируемые показатели качества (при необходимости): например, класс по прочности на растяжение при изгибе, марка по морозостойкости, марка по водонепроницаемости и др.;
- обозначение настоящего стандарта:

Пример условного обозначения

Сверхпрочная сталефибробетонная смесь с бетоном-матрицей из мелкозернистого бетона класса прочности на сжатие B_f140, класса прочности на осевое растяжение до начала трещинообразования $B_{ft,cr}8,0$, класса остаточной прочности на осевое растяжение $B_{ft,r}6,0$, марки по удобоукладываемости П3, марки по морозостойкости $F_2$1000 и водонепроницаемости W20.

СПФБМ B_f140 $B_{ft,cr}8,0$ $B_{ft,r}6,0$ П3 $F_2$1000 W20 по ГОСТ Р 72000—2025

4.5 Требования к материалам для сталефибробетонных смесей

4.5.1 Материалы для приготовления бетона-матрицы

Материалы для приготовления бетона-матрицы — цементы, мелкий заполнитель, наполнители, минеральные добавки, вода и добавки-модификаторы — должны соответствовать требованиям ГОСТ 26633, ГОСТ 31108 и ГОСТ 31384. Для приготовления сверхпрочной сталефибробетонной смеси следует применять портландцемент согласно ГОСТ 33174, ГОСТ Р 55224 и соответствующим нормативным документам.

4.5.2 Стальная фибра

4.5.2.1 Виды стальной фибры принимают по ГОСТ Р 59535—2021 (подпункты 4.5.2.2 и 4.5.2.3).

4.5.2.2 Значения параметров стальной фибры должны соответствовать приведенным в таблице 1, а также дополнительным требованиям нормативных документов, включая стандарты организаций производителей стальной фибры конкретных видов.

Таблица 1 — Параметры стальной фибры

Наименование характеристики	Нормируемое значение
Диаметр *d*, мм	От 0,2 до 0,3
Длина *l*, мм	От 5 до 20
Соотношение длины к диаметру *l*/*d*	От 25 до 100
Модуль упругости *E*, МПа	Не менее 200 000
Временное сопротивление разрыву *R*, МПа	Не менее 1500

4.5.2.3 Удельная эффективная активность естественных радионуклидов в материалах, применяемых для приготовления сверхпрочных сталефибробетонных смесей, не должна превышать предельных значений по ГОСТ 30108.

5 Правила контроля и оценки качества

5.1 Основные положения

5.1.1 Контроль и оценку качества сверхпрочного сталефибробетона следует проводить на предприятиях и в организациях, производящих сталефибробетонные смеси, сверхпрочные сталефибробетонные или сталефибробетонные с комбинированным армированием сборные изделия и монолитные

конструкции в соответствии с требованиями настоящего стандарта и соответствующих технологических регламентов, утвержденных в установленном порядке с учетом согласования проектной организацией объекта строительства.

5.1.2 Контроль и оценку сверхпрочного сталефибробетона и сталефибробетонных смесей следует проводить по ГОСТ 10180, ГОСТ 10181, ГОСТ 31914, ГОСТ Р 59535, ГОСТ Р 59715 и настоящему стандарту.

5.1.3 При производстве сверхпрочных сталефибробетонных смесей и сборных конструкций контроль качества сверхпрочного сталефибробетона проводят на предприятиях, производящих сталефибробетонные смеси или изделия, комплексным применением следующих видов контроля:

- контроль косвенных показателей качества сверхпрочного сталефибробетона (по удобоукладываемости, средней плотности, расслаиваемости, содержанию фибры, изменчивости содержания фибры в единице объема смеси) и других дополнительных технологических показателей качества (пористости, температуры и сохраняемости свойств) сверхпрочных сталефибробетонных смесей;
- контроль прямых показателей качества сверхпрочного сталефибробетона по прочности в партиях, морозостойкости, водонепроницаемости и другим нормируемым показателям качества сверхпрочного сталефибробетона по контрольным образцам.

5.1.4 При возведении монолитных конструкций контроль качества сверхпрочного сталефибробетона проводят на строительной площадке комплексным применением следующих видов контроля:

- контроль косвенных показателей качества сверхпрочного сталефибробетона (по удобоукладываемости, средней плотности, расслаиваемости, содержанию фибры, изменчивости содержания фибры в единице объема смеси) и других дополнительных технологических показателей качества (пористости, температуры и сохраняемости свойств) сверхпрочных сталефибробетонных смесей;
- контроль прямых показателей качества сверхпрочного сталефибробетона в конструкциях (по прочности, морозостойкости, водонепроницаемости, истираемости и другим нормируемым показателям), определяемых по образцам, отобранным из конструкций, или по контрольным образцам.

5.1.5 В изделиях и конструкциях из сверхпрочного сталефибробетона или в их отдельных зонах осуществляется контроль ориентации фибры при указании данных требований в проектной документации. Методика определения ориентации фибры в изделиях и конструкциях или в их отдельных зонах, а также периодичность контроля должны быть указаны в технологических регламентах, утвержденных в установленном порядке.

Конструкции из сверхпрочного сталефибробетона можно разделить на «тонкие» и «толстые» («массивные») элементы. «Тонкие» — элементы из сверхпрочного сталефибробетона, где толщина элемента менее трех длин волокон фибры. Все остальные элементы являются «толстыми». Контроль ориентации фибры в сверхпрочных сталефибробетонах «толстых» элементов необходимо производить всегда.

5.1.6 При возведении конструкций контроль качества сверхпрочного сталефибробетона проводят по образцам, отобранным из конструкций.

5.1.7 Класс сверхпрочного сталефибробетона по прочности на сжатие контролируют для каждой партии смесей и сборных конструкций по контрольным образцам, хранившимся в нормальных условиях твердения.

5.1.8 Контроль прочности на сжатие в монолитных конструкциях проводят посредством испытания образцов, отобранных из самих конструкций, а при невозможности отбора образцов из конструкции допускается осуществлять контроль прочности по контрольным образцам (хранившимся в условиях твердения конструкции).

5.1.9 Оценку прочности сверхпрочного сталефибробетона на соответствие требованиям проекта проводят по ГОСТ 31914.

5.2 Контроль косвенных показателей качества сталефибробетона

5.2.1 Контроль и оценку косвенных показателей качества сверхпрочного сталефибробетона следует проводить партиями в соответствии с ГОСТ 7473, ГОСТ 10181, ГОСТ Р 59714, ГОСТ Р 59715 и настоящим стандартом.

В состав партии на предприятиях включают сверхпрочную сталефибробетонную смесь одного номинального состава, приготовленную из одних материалов по единой технологии в течение одних суток.

В состав партии на строительной площадке включают сверхпрочную сталефибробетонную смесь одного номинального состава, приготовленную на одном предприятии-изготовителе и уложенную в конструкцию, захватку конструкции или группу конструкций в течение одних суток.

5.2.2 Косвенные показатели качества сталефибробетона определяют испытанием проб сталефибробетонной смеси, отобранных из автобетоносмесителей:

- на предприятии-изготовителе — после перемешивания смеси в течение не менее 15 мин;
- на строительной площадке — не позднее чем через 20 мин после доставки смеси на строительную площадку.

5.2.3 При определении косвенных показателей качества сверхпрочного сталефибробетона контроль проводят со следующей периодичностью:

- все нормируемые показатели определяют для каждой партии смеси на пробе, отобранной из первого автобетоносмесителя;
- удобоукладываемость и среднюю плотность смеси определяют на пробах, отобранных из каждого автобетоносмесителя;
- содержание фибры в сверхпрочном сталефибробетоне и изменчивость содержания фибры в единице объема сталефибробетонной смеси определяют на стадии подбора составов, в начале процесса производственного выпуска, по требованию заказчика, при смене производственного процесса, сырьевых компонентов, но не реже одного раза за пять лет;
- расслаиваемость сталефибробетонной смеси определяют на стадии подбора составов, в начале процесса производственного выпуска, по требованию заказчика, при смене производственного процесса, сырьевых компонентов, но не реже одного раза за пять лет.

5.2.4 Косвенные показатели качества сверхпрочного сталефибробетона должны соответствовать требованиям, указанным в технологических регламентах, утвержденных в установленном порядке, ГОСТ 7473, ГОСТ Р 59535, ГОСТ Р 59714 и настоящем стандарте.

5.2.5 Содержание фибры в сверхпрочном сталефибробетоне, коэффициенты изменчивости содержания фибры и расслаиваемости сверхпрочной сталефибробетонной смеси должны контролироваться по ГОСТ Р 59535—2021 (пункт 6.2.2).

5.3 Контроль прямых показателей качества сталефибробетона

5.3.1 Контроль и оценку прямых показателей качества сверхпрочного сталефибробетона по прочности (на сжатие, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение), морозостойкости, водонепроницаемости, истираемости и средней плотности проводят в соответствии с ГОСТ 10060, ГОСТ 10180, ГОСТ 12730.1, ГОСТ 12730.5, ГОСТ 13015, ГОСТ 13087, ГОСТ 28570, ГОСТ Р 59535 и настоящим стандартом.

5.3.2 Контроль нормируемых параметров необходимо проводить по ГОСТ 31914 с учетом следующих требований.

Контроль требований, связанных с сопротивлением сжатию и поведением при растяжении, должен соблюдаться с периодичностью, согласованной между производителем и пользователем сверхпрочного сталефибробетона.

Контроль включает следующий минимум:

- один отбор проб для всего объема изготовленного сверхпрочного сталефибробетона менее 10 м^3;
- один отбор пробы из каждых 10 м^3 объема сверхпрочного сталефибробетона, изготовленного дополнительно, или оставшейся части.

Из каждой пробы сверхпрочной сталефибробетонной смеси изготовляют серии контрольных образцов для определения каждого вида нормируемой прочности.

5.3.3 Контроль прочности сверхпрочного сталефибробетона на осевое растяжение, остаточное осевое растяжение, контроль морозостойкости, водонепроницаемости и средней плотности проводят в соответствии с ГОСТ 13015, ГОСТ Р 59535 и настоящим стандартом при подборе номинального состава сверхпрочной сталефибробетонной смеси, затем периодически — в соответствии с технологическими регламентами, нормативными документами на изделия и конструкцией конкретного вида, утвержденными в установленном порядке, а также при изменении качества материалов, технологии производства, номинального состава или массивности конструкции, но не реже одного раза в шесть месяцев.

5.3.4 Фактическую среднюю прочность сверхпрочного сталефибробетона (на сжатие, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение) в партии, конструкции, захватке конструкции или группе конструкций R_m, МПа, рассчитывают по формуле

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} R_i}{n}, \quad (1)$$

где R_i — единичное значение прочности сверхпрочного сталефибробетона (на сжатие, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение), МПа;

n — общее число единичных значений прочности сверхпрочного сталефибробетона (на сжатие, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение), МПа.

5.3.5 Оценку прочности сверхпрочного сталефибробетона (на сжатие, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение) в партиях смесей, сборных изделиях, захватке, конструкции или группе монолитных конструкций проводят следующим образом.

5.3.5.1 Прочность сверхпрочного сталефибробетона $R_Т$, МПа, каждого вида вычисляют по формуле

$$R_Т = K_Т \cdot B_{норм}, \quad (2)$$

где $K_Т$ — коэффициент, рассчитываемый согласно ГОСТ 18105;

$B_{норм}$ — нормируемый класс сверхпрочного сталефибробетона по прочности (на сжатие, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение), МПа.

5.3.5.2 При наличии сухой смеси для приготовления сверхпрочного фибробетона, произведенной в заводских условиях, оценку значений прочности сверхпрочного сталефибробетона на сжатие в конструкции, части конструкции (захватке), группе монолитных конструкций, а также при испытаниях смеси, осуществляют путем испытания контрольных образцов кубов, изготовленных из проб смеси с расчетом фактического класса сверхпрочного сталефибробетона $B_ф$, МПа, по формуле

$$B_ф = R_m (1 - t_р \cdot V_m), \quad (3)$$

где R_m — прочность на сжатие сверхпрочного сталефибробетона, определенная как средняя по сериям n испытаний контрольных образцов кубов, МПа;

V_m — коэффициент вариации прочности серий n испытаний контрольных образцов кубов, определяемый по формуле

$$V_m = \frac{S_m}{t_р}, \quad (4)$$

где S_m — среднеквадратическое отклонение прочности бетона, определенное по сериям испытаний контрольных образцов кубов, МПа;

$t_р$ — коэффициент при обеспеченности нормативного сопротивления 0,95, принимаемый по ГОСТ Р ИСО 12491—2011 (таблица 3).

6 Правила приемки

6.1 Приемку сверхпрочных сталефибробетонных смесей по всем нормируемым показателям качества, установленным в технологических регламентах их производства, утвержденных в установленном порядке, следует проводить на месте их изготовления и применения в соответствии с требованиями ГОСТ 7473, настоящего стандарта и [2] — [6].

6.2 Приемку изделий и сборных конструкций из сверхпрочного сталефибробетона потребителем следует проводить в соответствии с требованиями проектной и/или рабочей документации и стандартов производителя.

6.3 Приемку монолитных конструкций из сверхпрочных сталефибробетонов проводят по показателям качества, установленным проектной и/или рабочей документацией.

6.4 Приемку сверхпрочного сталефибробетона по прочности (на сжатие, растяжение при изгибе, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение) при проверке качества сталефибробетонных смесей и сталефибробетонных изделий осуществляют по ГОСТ 18105—2018 (подразделы 6.5, 7.5).

6.5 Приемку сверхпрочного сталефибробетона по прочности (на сжатие, растяжение при изгибе, осевое растяжение, остаточное осевое растяжение) при проверке качества сталефибробетонных монолитных конструкций проводят по ГОСТ 18105—2018 (подпункт 8.5).

6.6 Приемку сверхпрочного сталефибробетона по показателям морозостойкости и водонепроницаемости проводят на основе результатов испытаний по ГОСТ 10060 и ГОСТ 12730.5 соответственно, на образцах, отобранных из конструкций или контрольных образцах, в том числе при достижении образцами требуемой остаточной прочности (при соответствующем расчете сталефибробетонной конструкции).

7 Методы контроля

7.1 Отбор проб и испытания сверхпрочных сталефибробетонных смесей проводят по ГОСТ 10181 и в соответствии со следующими требованиями:

- марку по удобоукладываемости, среднюю плотность, пористость, температуру и сохраняемость свойств во времени сверхпрочных сталефибробетонных смесей определяют по ГОСТ 10181;
- марку по вязкости и текучести определяют по ГОСТ Р 59715;
- содержание фибры в сверхпрочном сталефибробетоне и коэффициент изменчивости содержания фибры в единице объема сверхпрочных сталефибробетонных смесей устанавливают согласно ГОСТ Р 59535—2021 (приложение А);
- коэффициент расслаиваемости сверхпрочных сталефибробетонных смесей определяют по ГОСТ Р 59535—2021 (приложение Б).

7.2 Все нормируемые показатели качества сверхпрочного сталефибробетона определяют по контрольным образцам, изготовленным по ГОСТ 10180, ГОСТ 31914 и настоящему стандарту, из партий сверхпрочных сталефибробетонных смесей или образцам, отобранным из конструкций по ГОСТ 28570 и ГОСТ 31914.

7.3 Прочность сверхпрочного сталефибробетона на сжатие определяют по ГОСТ 10180, ГОСТ 28570 и ГОСТ 31914.

7.4 Прочность сверхпрочного сталефибробетона на осевое растяжение определяют по приложению Г.

7.5 Остаточную прочность сверхпрочного сталефибробетона на осевое растяжение определяют по приложению Г.

7.6 Марку сверхпрочного сталефибробетона по морозостойкости определяют по ГОСТ 10060.

7.7 Марку сверхпрочного сталефибробетона по водонепроницаемости определяют по ГОСТ 12730.5.

7.8 Марку сверхпрочного сталефибробетона по истираемости определяют по ГОСТ 13087.

7.9 Среднюю плотность сверхпрочного сталефибробетона определяют по ГОСТ 12730.1.

7.10 Дополнительно установленные показатели качества сверхпрочного сталефибробетона (деформации усадки и ползучести, тепловыделение при твердении, призменную прочность, модуль упругости, выносливость, трещиностойкость и др.) определяют по методам, установленным в ГОСТ 24316, ГОСТ 24452, ГОСТ 24544, ГОСТ 24545 соответственно или в других нормативных документах и технической документации, утвержденных в установленном порядке.

7.11 Удельную эффективную активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в материалах для приготовления сверхпрочных сталефибробетонных смесей определяют по ГОСТ 30108.

7.12 Контроль ориентации фибры следует проводить прямым способом, позволяющим учесть влияние фактора ориентации фибры. Таким способом являются испытания на растяжение стандартных контрольных образцов согласно приложению Г. В случаях, когда испытаний на осевое растяжение стандартных контрольных образцов, изготовленных в лаборатории, недостаточно и необходимо проверить/подтвердить ориентацию фибры в возводимой «массивной» (не «тонкой») несущей мостовой конструкции из сверхпрочного сталефибробетона, следует разрабатывать и утверждать программу специальных испытаний.

8 Указания по применению

Сверхпрочный сталефибробетон применяют для изготовления сборных изделий и монолитных мостовых конструкций, к которым предъявляют повышенные требования по трещиностойкости, ударной прочности, вязкости разрушения, износостойкости, выносливости, морозостойкости, сопротивлению кавитации, а также пониженной усадке и ползучести.

Приложение А
(рекомендуемое)

Алгоритм расчета состава сверхпрочного сталефибробетона

Алгоритм расчета состава сверхпрочного сталефибробетона приведен на рисунке А.1.

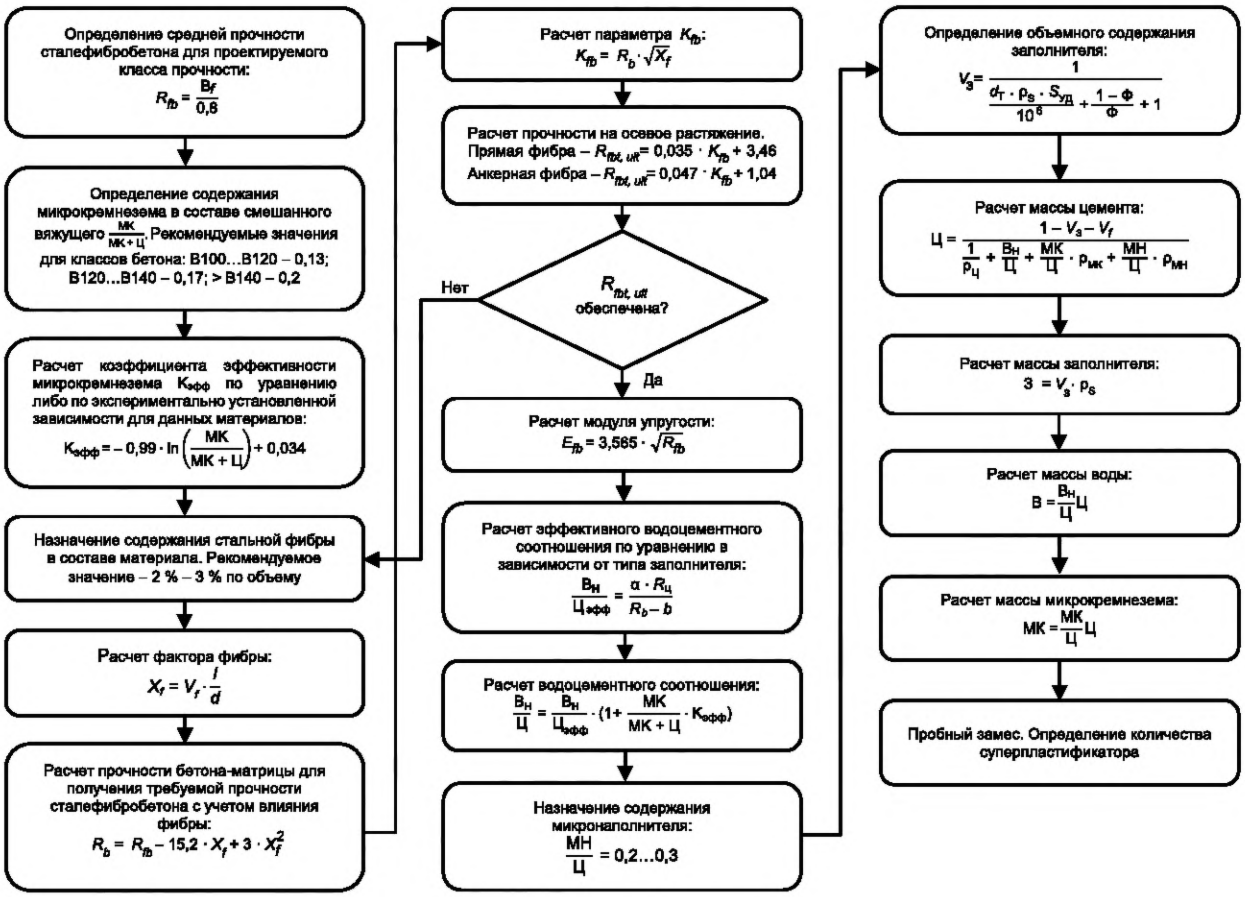


Рисунок А.1

На рисунке А.1 приведены следующие обозначения:
R_{fb} — средняя прочность сверхпрочного сталефибробетона при сжатии, МПа;
$К_{эфф}$ — коэффициент эффективности минеральной добавки;
B_f — проектный класс сверхпрочного сталефибробетона при сжатии, МПа;
X_f — фактор фибры;
V_f — объемное содержание фибры, %;
K_{fb} — расчетный параметр;
$R_{fbt,\ ult}$ — требуемый предел сверхпрочного сталефибробетона при растяжении, МПа;
$В_н$ — количество воды в номинальном составе бетона, л;
Ц — масса цемента, кг;
E_{fb} — модуль упругости сверхпрочного сталефибробетона;
α — эмпирический коэффициент, зависящий от вида заполнителя;
$В/Ц_{эфф}$ — эффективное водоцементное соотношение;
МК — масса микрокремнезема, кг;
МН — масса минерального наполнителя, кг;
$d_т$ — толщина прослойки цементного теста;
$V_т$ — объем теста в составе бетона;
Ф — плотность упаковки заполнителя;
$V_з$ — объем заполнителя в составе бетона;
$S_{уд}$ — удельная поверхность заполнителя;
З — масса заполнителя, кг;

$\rho_з$ — истинная плотность заполнителя;

$\rho_Ц$, $\rho_{МК}$, $\rho_{МН}$ — истинная плотность цемента, микрокремнезема и минерального наполнителя, соответственно;

$\frac{МК}{Ц}, \frac{МН}{Ц}$ — относительное содержание микрокремнезема и минерального наполнителя относительно массы цемента.

Приложение Б
(рекомендуемое)

Методика изготовления сверхпрочного сталефибробетона

Б.1 Сверхпрочные сталефибробетоны содержат в своем составе большое количество тонкодисперсных компонентов, что вызывает необходимость более продолжительного и интенсивного перемешивания для их равномерного распределения по объему смеси и получения бетона требуемого качества.

Рекомендуется дробное дозирование пластификатора: от 40 % до 70 % добавки вводится совместно с водой затворения, а остальная часть добавки — после 2—3 мин перемешивания. Стальную фибру вводят на последнем этапе после получения связной и подвижной смеси. Рекомендуемый порядок и продолжительность перемешивания компонентов приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Рекомендуемый порядок перемешивания компонентов

Описание	Продолжительность, мин
1 Дозирование и перемешивание сухих компонентов	От 2 до 3
2 Добавление воды и от 40 % до 70 % пластифицирующей добавки, перемешивание	От 2 до 3
3 Добавление оставшейся части пластифицирующей добавки, перемешивание	—
4 Дозирование стальной фибры, перемешивание	От 2 до 3

Б.2 Материал обладает высокими физико-механическими показателями и долговечностью, так как составы сверхпрочного сталефибробетона имеют низкое значение водоцементного (водовяжущего) соотношения. При дозировании компонентов необходимо контролировать количество добавляемой воды в смесь. Сверхпрочный сталефибробетон может быть получен из сухой смеси или из отдельных компонентов. В первом случае необходимо обеспечить дозирование воды и пластифицирующих и иных химических добавок, находящихся в жидком виде, в соответствии с требованиями производителя. При дозировании отдельных компонентов необходимо контролировать влажность заполнителей и соответствующим образом корректировать расход воды в составе.

Б.3 Содержание воды и заполнителей в рабочем составе

Содержание воды $В_п$ в песке рассчитывают по формуле

$$В_п = W_п П/100, \quad (Б.1)$$

где $W_п$ — влажность песка по массе, %;

П — масса песка в номинальном составе бетона, кг.

Расход воды $В_д$ для рабочего состава определяют по формуле

$$В_д = В_н - В_п, \quad (Б.2)$$

где $В_н$ — количество воды в номинальном составе бетона, л.

Так как часть массы влажного песка составляет вода, то необходимо увеличить массу добавляемого заполнителя, чтобы компенсировать разницу в объеме. Действительный расход песка естественной влажности в рабочем составе бетона $П_д$ определяют по формуле

$$П_д = П + В_п. \quad (Б.3)$$

Б.4 При дозировании отдельных компонентов необходимо обеспечить следующую точность взвешивания:

- для заполнителей — ±2 %;
- для стальной фибры, цемента, тонкомолотых добавок (микрокремнезем, кварцевая мука или другой инертный наполнитель), воды и химических добавок — ±1 %.

Б.5 Продолжительность перемешивания смеси после введения всего количества пластифицирующей добавки и до начала добавления стальной фибры зависит от величины водотвердого соотношения: В/Т = В/(Ц + МК + МН).

Б.6 Ориентировочное время перемешивания для бетонных смесей с различным значением водотвердого соотношения приведено в таблице Б.2.

Таблица Б.2 — Ориентировочное время перемешивания бетонной смеси после введения всего количества пластифицирующей добавки и до начала добавления стальной фибры

Водотвердое соотношение (В/Т)	Время перемешивания, мин
От 0,13 до 0,14	От 7 до 9
От 0,15 до 0,2	От 3 до 4
Св. 0,2	От 2 до 3

Б.7 Порядок расчета состава сверхпрочного сталефибробетона

Б.7.1 Определение средней прочности при сжатии для проектируемого класса прочности по ГОСТ 18105—2018 (пункт 4.5).

Б.7.2 Назначение содержания микрокремнезема в составе смешанного вяжущего. Рекомендуемые значения для классов бетона при сжатии: В100 — 0,13; от В120 до В140 — 0,17; свыше В140 — 0,2.

Б.7.3 Определение содержания стальной фибры в составе сталефибробетона. В качестве исходного значения при проектировании состава сверхпрочного сталефибробетона рекомендуется назначать количество стальной фибры, равное 2 % по объему.

Б.8 Определение содержания заполнителя

Рекомендуется вводить такое количество заполнителя, чтобы обеспечивалась самоуплотняющаяся консистенция свежеприготовленной бетонной смеси. Использование самоуплотняющихся смесей позволяет обеспечивать ориентацию стальной фибры при бетонировании конструкции, что позволяет повысить прочность фибробетона на растяжении в необходимом направлении.

Содержание заполнителя в самоуплотняющейся бетонной смеси должно быть таким, чтобы обеспечивалось свободное взаимное перемещение частиц в цементном тесте без их соударения.

Расстояние между частицами заполнителя в бетонной смеси определяется толщиной прослойки цементного теста $d_т$ (покрывающего всю поверхность зерен заполнителя), вычисляемой по формуле

$$d_т = \frac{V_т - \frac{1-Ф}{Ф} \cdot V_з}{S_{уд} \cdot З} \cdot 10^6, \quad (Б.4)$$

где $V_т$ — объем теста в составе бетона, м^3;

$Ф$ — плотность упаковки заполнителя;

$V_з$ — объем заполнителя в составе бетона, м^3;

$S_{уд}$ — удельная поверхность заполнителя, м^2/кг;

З — масса заполнителя, кг.

Удельную поверхность заполнителя рассчитывают при заданном гранулометрическом составе как сумму площади поверхности частиц сферической формы. При заданной удельной поверхности и плотности упаковки частиц заполнителя величина $d_т$ регулируется объемным содержанием заполнителя $V_з$.

Б.9 Относительное содержание микрокремнезема $\frac{МК}{Ц}$ при известной доле микрокрокремнезема в составе смешанного вяжущего $\frac{МК}{МК + Ц}$ определяют по формуле

$$\frac{МК}{Ц} = \frac{\frac{МК}{МК + Ц}}{1 - \frac{МК}{МК + Ц}}. \quad (Б.5)$$

После расчета массы цемента содержание микрокремнезема, наполнителя и воды определяют путем умножения массы цемента на соответствующее относительное содержание компонента.

Б.10 Приготовление фибробетонной смеси

Сверхпрочные сталефибробетоны содержат в своем составе большое количество тонкодисперсных компонентов, что вызывает необходимость более продолжительного и интенсивного перемешивания для их равномерного распределения по объему смеси и получения бетона требуемого качества. Особое внимание также следует уделять порядку загрузки компонентов в бетоносмеситель.

Критически важным является предварительное перемешивание всех сухих компонентов, включая микрокремнезем, в процессе которого происходит диспергирование тонких частиц лопастями смесителя и зернами заполнителя. Важным пунктом является дробное дозирование суперпластифицирующей добавки.

Приложение В
(рекомендуемое)

Требования к оборудованию для производства сверхпрочного сталефибробетона

В.1 Для дозирования цемента и минеральных добавок следует применять весовые дозаторы с пределом взвешивания до 900 и 500 кг соответственно. Возможно дозирование цемента дозаторами с наибольшим пределом дозирования до 500 кг, однако при этом процесс будет проходить в два этапа, так как содержание цемента в мелкозернистых составах находится в диапазоне 700—900 кг.

В.2 Исходя из требуемой точности дозирования (±1 %), необходимо использовать дозаторы 1-го или 2-го класса точности в соответствии с ГОСТ 8.610. Дозирование заполнителей осуществляется при помощи весовых дозаторов с пределом взвешивания либо до 800, либо до 1300 кг. Содержание заполнителя в мелкозернистых составах находится в диапазоне 700—1200 кг. Дозатор должен обеспечивать необходимую точность взвешивания ±2 % и иметь класс точности 4 в соответствии с ГОСТ 8.610.

В.3 На рисунке В.1 представлен внешний вид весовых дозаторов.

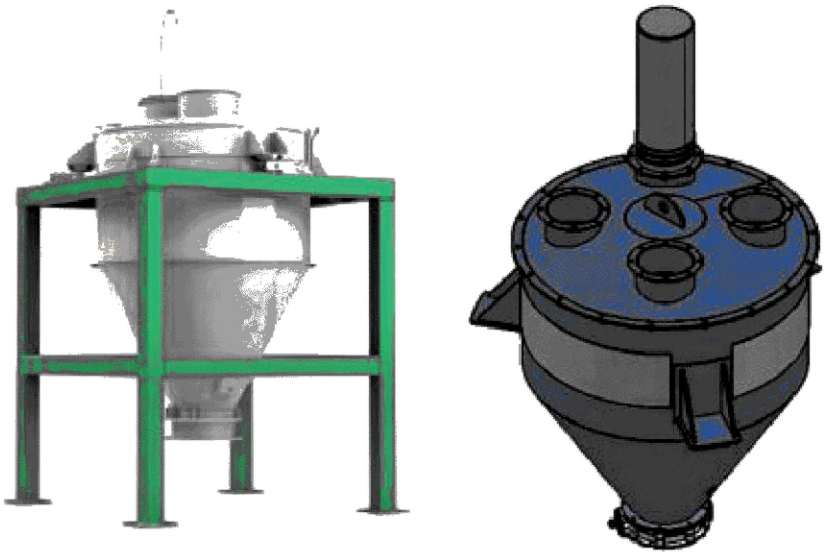


Рисунок В.1 — Внешний вид весовых дозаторов

В.4 Для равномерной подачи стальной фибры рекомендуется предусмотреть спиральный дозатор с вибровозбудителями (см. рисунок В.2), вибролотки и другое аналогичное оборудование.

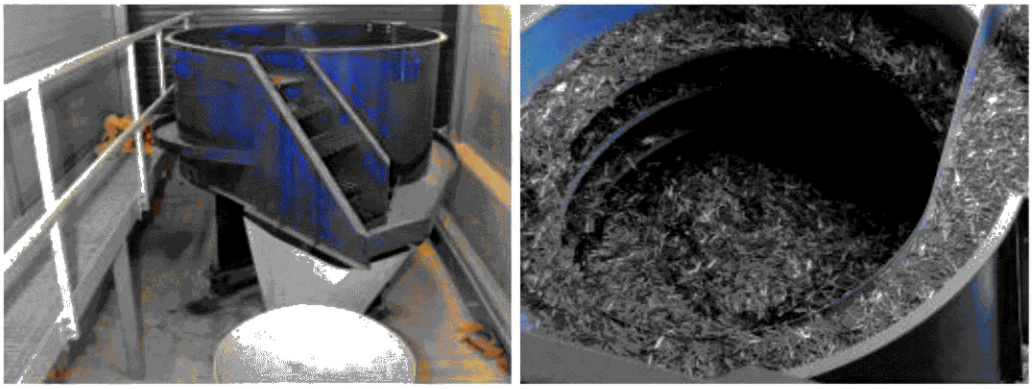
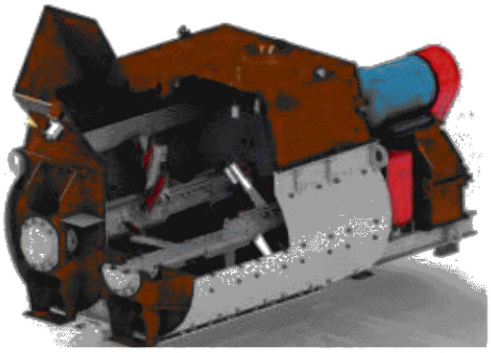


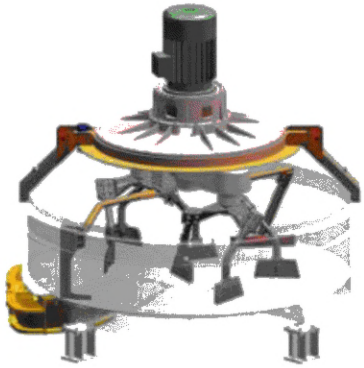
Рисунок В.2 — Дозатор для подачи фибры в бетоносмеситель

В.5 Для перемешивания сырьевых компонентов необходимо использовать бетоносмесители принудительного действия, возможные конструктивные решения которых представлены на рисунке В.3.

Рекомендуемые параметры:
- объем смесителя из расчета насыпной плотности материала 1:1;
- мощность — 35 кВт на 1 м^3;
- зазор лопаток менее 5 мм.



а) Двухвальный смеситель с горизонтальным расположением валов



б) Смеситель с вертикальным расположением вала с планетарным вращением лопастей

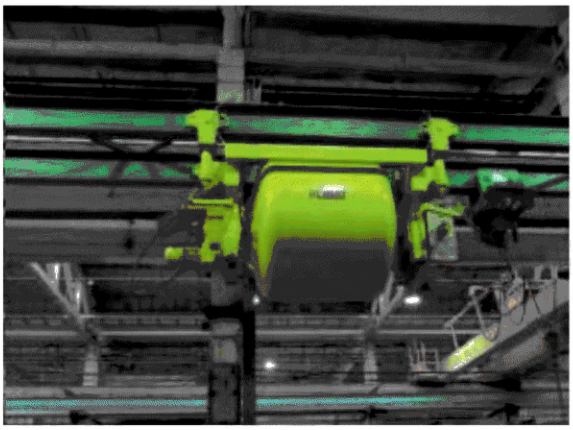


в) Лопастной смеситель

Рисунок В.3 — Виды принудительных бетоносмесителей, рекомендуемых для получения сверхпрочных сталефибробетонных смесей

В.6 При изготовлении изделий в цеху доставку свежеприготовленной сталефибробетонной смеси к месту укладки осуществляют либо при помощи бетоновозных кюбелей, либо при помощи бункера и мостового крана (см. рисунок В.4). Далее смесь перегружают в бетоноукладчик, после чего происходит формование изделия. При небольших объемах производства допускается использовать бункер, готовая смесь в который подается из бетоносмесителя, после чего смесь укладывается в форму непосредственно из бункера.

В.7 Заглаживание поверхности уложенной сверхпрочной сталефибробетонной смеси осуществляют методами при помощи виброреек периодического действия. При стендовом способе производства форму накрывают переносным колпаком, обеспечивающим паро- и теплоизоляцию. Размеры колпака устанавливают таким образом, чтобы зазоры между внутренней поверхностью и формой составляли от 50 до 100 мм. По контуру опирания колпака следует предусматривать гидравлический затвор. После установки колпака нагнетают пар в паровые регистры, контролируя его подачу, при этом фиксируя температуру в нескольких точках по длине изделия.



а) Кюбель для бетона



б) Бадья для бетона (бетоновоз)

Рисунок В.4 — Оборудование для транспортирования готовой смеси внутри цеха

Приложение Г
(рекомендуемое)

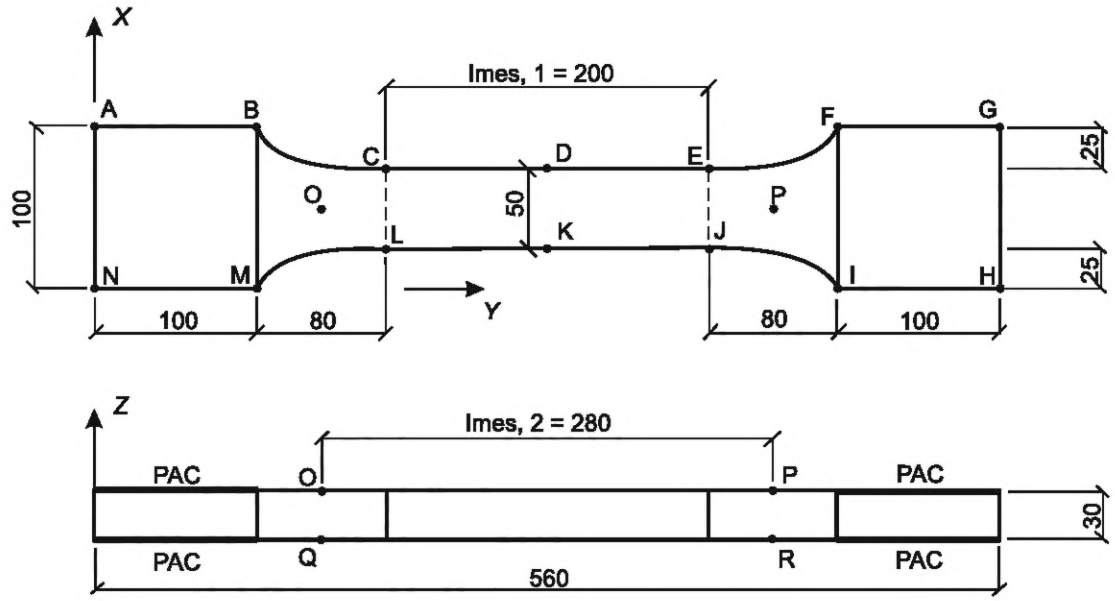
Методика испытаний стандартных контрольных образцов сверхпрочного сталефибробетона на осевое растяжение

Г.1 Изготовление образцов

Г.1.1 Для проведения испытаний на линейное растяжение образцов с галтелями (так называемых «восьмерок») требуется изготовление образцов по следующим требованиям:

- во избежание «пропеллерности» образца, которая в процессе выполнения испытаний может привести к неравномерности напряжений и недостоверным результатам, применяют плоское жесткое основание опалубки. Геометрические размеры 500 × 100 × 35 мм с допуском ±2 мм по толщине;
- в качестве материала опалубки формообразователя криволинейного участка выбирают модельный пластик определенной плотности или полиуретан. Данный материал должен быть достаточно мягким, чтобы компенсировать внутренние напряжения в образце, возникающие в нем в процессе созревания.

На рисунке Г.1 изображена форма и параметры образца.



lmes, 1; lmes, 2 — рабочая длина образца (длина измерительной базы датчиков);
PAC — алюминиевые пластины толщиной 1,5 мм для передачи этой нагрузки, которые должны быть прикреплены к поверхностям ABMN и FGHI и зажаты в захватах испытательной машины

Рисунок Г.1 — Параметры образца

В таблице Г.1 приведены геометрические размеры части опалубки, отвечающей за криволинейный участок (сегмент B-C) изделия.

Таблица Г.1 — Координаты точек сегмента B-C (остальные сегменты симметричны)

Точка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x, мм	100,0	104,0	108,0	112,0	116,0	120,0	124,0	128,0	132,0	136,0	140,0
y, мм	100,0	94,4	90,0	86,6	84,0	81,9	80,4	79,1	78,2	77,4	76,8

Окончание таблицы Г.1

Точка	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
x, мм	144,0	148,0	152,0	156,0	160,0	164,0	168,0	172,0	176,0	180,0
y, мм	76,4	76,0	75,8	75,6	75,40	75,3	75,2	75,1	75,0	75,0

Г.1.2 Перед использованием форм необходимо обработать их внутренние поверхности тонким слоем смазки, которая не оставляет следов на образцах и не влияет на свойства поверхностного слоя бетона. Укладку бетонной смеси в форму следует проводить не позже, чем через 20 мин после отбора пробы.

Г.1.3 Подача смеси должна осуществляться непрерывно от узкого края формы с высоты не более 10—15 см от верхней части формы. После начала движения смеси заполнение формы должно происходить с подачей смеси, следуя за движением массы. Запрещается заполнять форму путем наслаивания. Вибрация для данного класса подвижности не допускается. После укладки смеси, чтобы избежать потери влаги, на верхнюю поверхность образца следует нанести тонкий слой воды (водяное облако, туман) с помощью ручного распылителя, а также выровнять верхнюю грань образца с помощью стальной линейки.

Г.1.4 На образцы сразу после их изготовления необходимо нанести маркировку, указывающую на принадлежность образца и дату его производства. Маркировка не должна повреждать образец или оказывать влияние на результаты испытаний. Образцы, предназначенные для твердения в стандартных условиях, после их изготовления хранят в формах, обернутых полиэтиленовой пленкой, чтобы избежать испарения влаги, в помещении с температурой воздуха (20 ± 5) °С до момента их распалубливания.

Г.1.5 Распалубливание образцов следует осуществлять не ранее чем через 24 ч и не позднее чем через 72 ч. После распалубливания образцы помещают в камеру с нормальными условиями твердения, где температура составляет (20 ± 2) °С, а относительная влажность воздуха — (95 ± 5) %. Образцы располагают на подкладках так, чтобы расстояние между ними, а также между образцами и стенками камеры было не менее 5 мм. Площадь контакта образца с подкладками не должна превышать 30 % площади его опорной грани. В камере нормального твердения образцы не должны подвергаться орошению водой.

Г.1.6 Серия состоит из шести образцов.

Г.1.7 Испытания образца следует проводить не ранее чем через 28 сут после его формовки. Перед началом испытаний необходимо подготовить образец, удалив слой фибробетона с необработанной поверхности до общей толщины 30 мм с допуском ±1 мм.

Г.2 Испытания образцов

Г.2.1 Цель испытаний

Г.2.1.1 Основная цель испытаний образцов сверхпрочного сталефибробетона заключается в создании графика, который демонстрирует зависимость их удлинения (при фиксированной базе) от приложенной растягивающей силы в диапазоне от 0 до момента, когда остаточная сила снижается до 20 % от максимального значения или когда среднее удлинение образца в измеряемой зоне достигает 1,4 мм.

Г.2.1.2 Среднее удлинение определяется как среднее значение показаний пары датчиков перемещения, установленных на противоположных сторонах образца.

Г.2.1.3 Напряжение вычисляют как отношение соответствующей силы к средней площади поперечного сечения образца в его центральной (исследуемой) области (если трещина находится в этом участке). Относительную деформацию в зонах упругого поведения и деформационного упрочнения определяют как отношение среднего удлинения к длине измерительной базы датчиков lmes, 1 (датчики, установленные между точками C и E, а также L и J) и lmes, 2 (датчики, расположенные между точками O и P, а также Q и R).

Г.2.2 Принципы

Г.2.2.1 Два датчика перемещения установлены с базой в точках C и E на одной стороне образца и в точках L и J на противоположной стороне. Другие два датчика перемещения имеют базу на плоской (лицевой) стороне образца в точках O и P, а на обратной стороне — в точках Q и R. Это позволяет фиксировать удлинение в случае, если разрушение произойдет вблизи области изменения поперечного сечения. Растягивающая нагрузка воздействует на образец вдоль оси *x*. Рекомендуется использовать алюминиевые пластины (РАС) толщиной 1,5 мм для передачи этой нагрузки, которые должны быть прикреплены к поверхностям ABMN и FGHI и зажаты в захватах испытательной машины. РАС представляют собой алюминиевые пластины толщиной 1,5 мм, которые фиксируются на поверхности образца.

Г.2.2.2 При вертикальном расположении образца в прессе одно из его креплений в горизонтальной плоскости должно быть шарнирным, чтобы избежать принудительного кручения во время растяжения.

Г.2.3 Подготовка образцов

В одной серии необходимо подготовить шесть образцов. Для каждого образца требуется измерить размеры (параметры поперечного сечения на концах и в центре баз измерений). Толщину образца вычисляют как среднее значение шести измерений, выполненных в различных частях образца: по три измерения на каждой длинной стороне с равномерными интервалами в пределах баз измерений. Также следует определить массу и плотность каждого образца.

Г.2.4 Выполнение

Г.2.4.1 Первые три образца из шести в серии проходят испытания согласно процедуре, описанной ниже. Каждый образец подвергается монотонному нагружению со скоростью 0,05 мм/мин, что соответствует скорости перемещения траверсы 0,2 мм/мин, в пределах упругих и деформационно-упрочняющих зон образца. В области деформационного разупрочнения скорость деформации должна составлять 0,5 мм/мин (что соответствует скорости перемещения траверсы 0,4 мм/мин). Частота считывания данных должна быть 5 Гц. Испытание завершается,

когда воспринимаемая сила снижается до 20 % от максимальной силы или когда среднее удлинение в измеряемой области достигает 1,4 мм.

Г.2.4.2 Оставшиеся три образца проходят три цикла нагружения и разгрузки с усилием в диапазоне от 0 до 1/3 среднего максимального усилия, установленного в ходе испытаний первых трех образцов, при той же скорости нагружения (0,05 мм/мин). Испытание считается завершенным, когда среднее увеличение длины образца в измеряемой области превышает 20 % от половины максимальной длины волокон сверхпрочного сталефибробетона.

Г.2.5 Оформление результатов испытаний

Оформление результатов испытаний должно включать следующую информацию:

а) для каждого образца:

1) полную диаграмму зависимости удлинения от приложенной нагрузки (напряжений), а также файл с исходными данными показаний датчиков перемещения;
2) значение максимальной нагрузки и соответствующей деформации;
3) местоположение и траекторию трещин, возникших в процессе испытания (фотографии с отмеченными трещинами).

б) для группы образцов:

1) расчет средних значений модуля упругости, прочности при упругом растяжении, прочности при растяжении и соотношения прочности при растяжении к прочности при упругом растяжении (fUtu/fUte) для испытуемых образцов;
2) определение прочности при растяжении и деформации после достижения предела прочности на растяжение для всех шести образцов.

Г.2.6 Отчет о проведенных испытаниях

Результаты испытаний записывают в протокол, включающий в себя следующие данные:

- обозначение образцов для испытаний, даты их производства и проведения испытаний;
- измеренные линейные размеры каждого образца (длина, ширина и толщина);
- массу и плотность каждого образца;
- результаты испытаний.

Г.2.7 Методика обработки результатов испытаний

На диаграмме «напряжения — относительные деформации» (по приборам на базе 280 мм) определяется точка так называемого «максимального значения». Фиксируются ее координаты: $R1$ и $\varepsilon 1$.

От ноля по оси относительных деформаций (в направлении их увеличения) откладываются два отрезка:

- 1,5 от $\varepsilon 1$ — фиксируется значение $\varepsilon 2$ и соответствующие напряжения $R2$;
- 2,5 от $\varepsilon 1$ — фиксируется значение $\varepsilon 3$ и соответствующие напряжения $R3$.

Значение остаточной прочности $R_{ост}$ вычисляют по формуле

$$R_{ост} = \frac{(0{,}25 \cdot R1 + 0{,}75 \cdot R2 + 0{,}5 \cdot R3)}{1{,}5}. \quad (Г.1)$$

Нормативное значение осевой прочности на растяжение принимают с обеспеченностью 0,95.

Библиография

[1]	Гигиенические нормативы ГН 2.2.5.3532-18	Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
[2]	Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21	Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания
[3]	Санитарные правила СП 4783-88	Санитарные правила для производств синтетических полимерных материалов и предприятий по их переработке
[4]	Санитарные правила СП 2.2.3670-20	Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда
[5]	Санитарные правила СП 1.1.1058-01	Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий
[6]	Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.3684-21	Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий

УДК 691.32:620.001.4:006.354 ОКС 93.080.20

Ключевые слова: сверхпрочный сталефибробетон, мостовые конструкции, стальная фибра

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 27.03.2025. Подписано в печать 04.04.2025. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru