

СТАЛЕФИБРОБЕТОН: ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

ОПИСАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ, ТЕХНОЛОГИИ, ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

СТАЛЕФИБРОБЕТОН

стр. 2

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
СТАЛЕФИБРОБЕТОНА**

стр. 3

**ОПЫТ ПРИГОТОВЛЕНИЯ
СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

стр. 3

- Общие положения при приготовлении СФБ на любых типах смесителей **стр. 3**
- Особенности приготовления СФБ на различных типах смесителей **стр. 4**

СТАЛЕФИБРОБЕТОН

В мировом производстве строительных конструкций все более широко применяется сталефибробетон (СФБ), т.е. бетон, армированный отрезками стальных волокон - ФИБРАМИ, являющийся, по сути, разновидностью железобетона.

Сталефибробетон является композитным материалом, в котором в бетонную матрицу специально подобранного состава вводится определенное количество стального волокна - ФИБРЫ. Это позволяет сократить расход арматуры в железобетонных конструкциях или исключить ее полностью.



Введение стальных волокон в бетон в количестве от 20 до 160 кг на 1 м³ повышает: прочность на растяжение при изгибе в 2-3 раза; на сжатие до 10-50%; на осевое растяжение до 10-40%; ударная прочность в 8-12 раз; сопротивление истираемости до 2 раз; повышается трещиностойкость в 2-3 раза. Не менее чем на класс повышается морозостойкость и водонепроницаемость. Все это делает СФБ весьма привлекательным для применения в следующих областях строительства:

- монолитные конструкции и сооружения: промышленные полы, автомобильные дороги, взрыво- и взломоустойчивые сооружения;
- ирригационные каналы, водоотбойные дамбы, емкости для воды и других жидкостей, отделка тоннелей;
- оборонные сооружения;
- сборные элементы и конструкции: железнодорожные шпалы, балки, ступени, стеновые панели, трубопроводы, кровельные панели;
- плиты аэродромных, дорожных, тротуарных покрытий.
- сваи, шпунт.



СТАЛЕФИБРОБЕТОН изготавливается из мелкозернистого или тяжелого бетона, в котором в качестве арматуры используются стальные фибры, равномерно распределенные по объему бетона. Совместимость работы бетона и стальных фибр обеспечивается за счет сцепления по их поверхности и наличия анкеров на концах фибр.

СТАЛЕФИБРОБЕТОН рекомендуется для изготовления конструкций, в которых наиболее эффективно могут быть использованы следующие его технические преимущества по сравнению с традиционным железобетоном:

- повышенные трещиностойкость, ударная прочность, вязкость разрушения, износостойкость, морозостойкость.
- пониженные усадка и ползучесть.
- возможность использования более эффективных конструктивных решений, чем при обычном армировании, например. Тонкостенных конструкций, конструкций без стержневой или сетчатой распределительной и поперечной арматуры.
- значительное снижение трудозатрат на арматурные работы, повышение степени механизации производства железобетонных конструкций, например, в сборных тонкостенных оболочках, ребристых плитах покрытий и перекрытий, сборных колоннах, балках, монолитных днищах емкостных сооружений, дорожных и аэродромных покрытиях, монолитных и сборных полах промышленных и общественных зданий.
- возможность применения новых, более производительных приемов формирования армированных конструкций, например, торкретирование.

Все необходимые расчетные данные приведены в РТМ - 17-03-2005, разработанные ФГУП «НИЦ Строительство» филиал НИИЖБ» по проектированию, изготовлению и применению сталефибробетонных конструкций на фибре из стальной проволоки, выпускаемой по ТУ 1211-205-46854090-2005 ЗАО «Череповецкий завод Северсталь - Метиз», сертификат соответствия № РОСС К11 СЛ65.Н00883.



ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА

Необходимо отметить особые моменты в практике применения СФБ:

1. Особый порядок ввода стального волокна, за счёт чего несколько удлиняется время на приготовление смеси, т.к. волокну рекомендуется подавать практически одновременно со щебнем (с 2-3 секундным запаздыванием).
2. Загрузка смесителя принудительного действия должна составлять 50-70% расчётной, ввиду роста жёсткости смеси на 30-60% и соответствующим ростом нагрузок на привод смесителя.
3. Для получения равномерного распределения фибры в бетоне и качественных физико-механических характеристик необходимо стремиться к уменьшению водоцементного отношения (рекомендуется ОК 3-5 см, но не более 7 см).
4. Обязательно применение пластифицирующих и воздухововлекающих добавок (С-3 или ЛСТ, СНВ) для улучшения удобоукладываемости смеси и физико-механических свойств СФБ.
5. Время транспортировки готовой смеси к месту укладки должно быть уменьшено по сравнению с обычной смесью на 25-30%.
6. Раскладку СФБ, в случае отсутствия бетоноукладочных механизмов; нужно производить садовыми вилами.
7. Уплотнение производится теми же механизмами, что и обычный бетон, с некоторым увеличением времени виброуплотнения (до появления цементного молочка на поверхности).
8. В настоящее время разрабатываются «Рекомендации по применению СФБ в строительстве», в которых более подробно разработаны все технологические переходы при применении СФБ, начиная с подбора материалов и заканчивая уходом за свежеложенными слоями.

ОПЫТ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ СМЕСИТЕЛЕЙ (НА ОСНОВЕ СТАЛЬНОГО ВОЛОКНА (ФИБРЫ) ПОВЫШЕННОЙ АНКЕРУЕМОСТИ)

1. Общие положения при приготовлении СФБ на любых типах смесителей:

1.1 Не подавать стальное волокно одновременно с цементом и нежелательно подавать его вместе с песком, т. к. это в наибольшей степени способствует образованию «ежей» (трудно растресываемых комков) из фибры.

1.2 Наиболее выгодно (для равномерного распределения фибры в бетоне по всему объёму без образования «ежей») подавать стальное волокно с небольшим отставанием от начала подачи щебня, но не опережая подачу щебня, затем подача остальных компонен-



тов в обычном порядке. В этом случае даже при сравнительно большой интенсивности подачи фибры, она распределяется в объеме щебня (в последующем бетона) равномерно.

1.3 Последующая подача песка (обычно через 5-10 сек.) после окончания подачи фибры и щебня, затем цемента и воды с пластифицирующими и воздухововлекающими добавками с обычным временем перемешивания не вызывают образования «ежей».

1.4 «Ежи» могут появиться в случае, если при соблюдении всего вышеизложенного, осадка конуса будет выше 8 см., т. е. при сравнительно высоком водоцементном отношении. В этом случае необходимо жёстко ограничить время перемешивания, т.к. чем дольше будет идти процесс перемешивания, тем больше вероятность появления «ежей», тем более плотными они будут, тем больше они будут по величине. Оптимально осадка конуса, для приготовления СФБ смеси с нормальным распределением стального волокна по всему объёму, должна быть не более 3-5см.

1.5 Время перемешивания готовой смеси должно быть минимально необходимым, определяется оно опытным путем с последующим строгим контролем за его соблюдением, т. к. длительное дополнительное перемешивание на определенном этапе времени даже при соблюдении всех остальных вышеуказанных положений может вызвать появление «ежей». Поэтому любое превышение необходимого времени перемешивания нужно исключить.



1.6 Степень загрузки бетоносмесителей любых конструкций (кроме двухвальных) определяется опытным путем. Первые опытные замесы нужно производить, загружая смеситель на 50% рабочего объёма. Постепенно увеличивая загружаемое количество смеси, при пробных замесах, не перегружая электродвигатель, окончательно определять степень использования рабочего объёма бетономешалки по степени загрузки электродвигателя, всегда помня о том, что жёсткость СФБ смеси значительно выше обычной, следовательно, усилие перемешивания смеси больше, чем обычной. Поэтому степень загрузки для бетономешалки, допустим, принудительного действия с вертикальной осью вращения должна быть не выше 60-70%, дальнейшая загрузка может вызвать остановку ротора со всеми вытекающими из этого последствиями. Кроме того, степень загрузки определяется и состоянием рабочих органов бетономешалки, их чистотой, степенью изношенности и т.д.

1.7 Подачей фибры в уже перемешанную смесь Щ+П+Ц с наполовину поданной водой с добавками можно добиться равномерности распределения волокна по всему объёму бетона, но этого добиться сложнее, чем при варианте подачи волокна в уже поданный щебень.

1.8 В случае подачи компонентов скипом, необходимо организовать предварительное перемешивание стального волокна со щебнем, т. к. стальное волокно, сформированное, допустим, слоем поверх щебня, при подаче транспортёрной лентой в скип практически оказывается сосредоточенным в одном месте скипа, что в дальнейшем вызывает либо увеличение времени перемешивания щебня и фибры, либо вызывает образование «ежей», практически нерастрясываемых. В общем, необходимо исключить при сыпани массы Щ-Ф в скип их раздельное размещение в любого вида образованиях (большие комки, разного рода линзы, прослойки и т. д.).

1.9 Сечение лотков для подачи фибры, либо для подачи фибры и щебня должно обеспечивать свободное прохождение массы, без резких перемен сечения с большего на меньшее. Не должно быть резких поворотов лотка, выступов и других препятствий прохождению смеси. Все эти моменты могут вызвать при работе практически мгновенный затор в прохождении компонентов по лоткам со всеми вытекающими последствиями, В силу этого необходимо тщательно чистить пути подачи компонентов в смеситель и пути выгрузки смеси из смесителя по окончании работы. Очистка смесителя по окончании работы дополнительных сложностей не вызывает, если это производится регулярно, согласно обычного регламента работ. Накопление остатков смеси СФБ внутри рабочего пространства, на лотках и пр. недопустимо.

2. Особенности приготовления СФБ на различных типах смесителей:

2.1. Смесителями принудительного действия, с вертикальной осью вращения

2.1.1 Порядок подачи щебня и фибры оговорен выше, остальные компоненты в обычном порядке. В случае если щебень подается из дозатора непосредственно в рабочую полость смесителя, фибра подается в люк на бетономешалке через приемный лоток с сеткой с ячейкой 60x60 мм.

2.1.2 В случае необходимости подачи фибры в смесь, должны быть выдержаны следующие условия: воды подается в смесь Щ+П+Ц половина, затем перемешивание и подача фибры. Подача фибры, в этом случае, должна производиться менее интенсивным рассеянным потоком.

2.1.3 При подаче компонентов скипом необходимо разделить подачу щебня и фибры, с подачей песка, цемента и воды с добавками.



2.2. Смесителями гравитационного действия



2.2.1 Лучше всего организовать подачу фибры отдельно равномерным потоком непосредственно во вращающийся со щебнем смеситель.

2.2.2 Подача Щ+Ф транспортной лентой с формированием фибры слоем сверху слоя щебня.

2.2.3 При работе с отсевом интенсивность подачи фибры несколько уменьшается по сравнению с подачей в щебень.

2.2.4 Подача остальных компонентов производится обычным порядком.

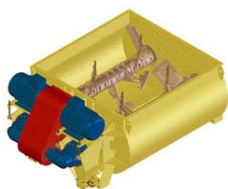
2.2.5 Загрузка смесителя определяется опытным путем, обычно не более 70%.

2.3. Смесителями роторного типа

2.3.1. Подача смеси Щ+Ф в такой смеситель транспортёрной лентой (слой Ф поверх Щ) проблем не вызывает, при подаче с лентой необходимо выдержать условия, указанные в п.2.1, успех так же зависит и от конструктивных особенностей такого смесителя, можно подать стальное волокно менее интенсивным потоком в перемешанную сухую смесь (Щ+П+Ц), либо в такую же смесь с наполовину поданной водой с добавками.



2.4 Смесителями двухвальными (вращение в разные стороны параллельно расположенных валов с радиусно укрепленными на них лопатками)



2.4.1 Стальное волокно в такой смеситель можно подавать равномерным потоком в щебень до подачи песка и цемента; после некоторого перемешивания цемента с песком и щебнем до подачи воды; можно организовать подачу стального волокна в перемешанную смесь (Щ+П+Ц) с наполовину поданной водой с добавками), затем подать остальную воду; во всех случаях равномерность распределения волокна по всему объёму практически зависит лишь от времени перемешивания, минимум которого определяется опытным путём. Излишнее время перемешивания, как правило, не вызывает появления «ежей».

2.5. Автобетоносмесителями

2.5.1 Приготовление смеси непосредственно в автобетоносмесителе; подача щебня, подача фибры, подача песка, подача цемента. Вода с добавками (обязателен ввод пластификаторов), вводится не ранее, чем за 5 минут до выгрузки. Бак автобетоносмесителя должен быть оборудован водомером, добавки (С-3 или ЛСТ, а также воздухововлекающие типа СНВ) должны вводиться строго в соответствии с технологией. К. необходимо держать в пределах 5-6 см. Учитывая жёсткость смеси, загружать миксер не более чем на 50-60%. Настоятельная рекомендация применять смеситель с механическим приводом. Если привод гидравлический, то его изношенность может вызвать остановку вращения смесителя даже при загрузке миксера на 50%.



2.5.2 Можно добиться стабильно-удовлетворительного распределения фибры в бетоне в случае подачи её в уже готовую бетонную смесь. Для соблюдения этого условия организуют введение фибры непосредственно у места укладки СФБ. Необходимо помнить об увеличении жёсткости смеси после введения фибры. Ввод фибры в миксер производится с помощью бункера с течкой (см. фото) устанавливаемого на устье миксера. Фибра из гофроящиков вываливается на сетку бункера (сетка с ячейкой 60*60 мм из 6-8 мм проволоки) и рёздергивается на ней трёхрожковыми грабельками; соскальзывая потечке, волокно попадает на перемешиваемую массу. Данную операцию обычно производят 2 человека, один готовит и высыпает фибру, второй раздёргивает фибру на сетке для быстрого ввода её в смеситель. Обычно на это уходит 1-1,5 мин на 25 кг (одна коробка). Ввод производится во вращающийся смеситель. Скорость вращения не более 42 об/мин. Время перемешивания определить опытным путём, оно должно быть минимально необходимым.

2.5.3 При загрузке уже готовой, полностью перемешанной сухой сталефибробетонной смеси в автобетоносмеситель, подача воды и дальнейшее перемешивание до готовности определяется двумя взаимопротиворечащими факторами: для равномерного распределения фибры в объёме бетона необходимо минимальное количество воды ($V/C < 0,5$), в то же время повышенная жёсткость смеси (осадка конуса менее 6 см) весьма осложняет выгрузку её из миксера. Приходится опытным путём, с применением пластификаторов, подбирать оптимальный вариант решения этого противоречия. Загрузка миксера не должна превышать 60% объёма.