

УДК 728.8

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВА И МОНТАЖА
СТЕКЛОФИБРОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ЗДАНИЙ**

**FEATURES OF TECHNOLOGY
OF MANUFACTURING AND INSTALLATION
OF GLASS-FIBER-CONCRETE PRODUCTS
AT CAPITAL REPAIR OF BUILDINGS**

О.А. КОРОЛЬ, Н.Н. БАЙКОВ, В.С. РОЙФЕ

O.A. KOROL, N.N. BAYKOV, V.S. ROYFE

**(Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет,
Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук)**

**(National Research Moscow State University of Civil Engineering,
Research Institute of Building Physics of Russian Academy
of Architecture and Construction Sciences)**

E-mail: mrkorol.oleg@gmail.com; 89261930746@mail.ru; shuig@mail.ru

Стеклофибробетон (СФБ) представляет собой растворный цементно-песчаный камень, в состав которого в качестве армирующего элемента введено щелочестойкое стекловолокно. Получаемый в результате этого ком-

позиционный материал приобретает благодаря присутствию в нем стекловолокна высокий предел прочности при растяжении. СФБ – это универсальный строительный материал, изделия из которого, будучи тонкостенными, обладают высокой прочностью. СФБ применяется в тонкостенных элементах и конструкциях зданий и сооружений, для которых существенно важным является: снижение собственного веса, повышение трещиностойкости, обеспечение водонепроницаемости бетона и его долговечности (в том числе в агрессивных средах), повышение ударной вязкости и сопротивления истиранию, наличие радиопрозрачности, а также повышение архитектурной выразительности и экологической чистоты. Стеклофибробетонные стеновые облицовочные панели используются в элементах, выполняемых в качестве модульных элементов не только при серийном унифицированном строительстве; в виде облицовочных панелей при капитальном ремонте старых зданий. Изделия из СФБ изготавливаются в широком спектре фактур и цветов. В статье рассмотрены особенности производства стеклофибробетонных элементов, влияющих на принципы монтажа СФБ на примере карнизов.

Glass fiber concrete (SFB) is a cement-sand mortar stone, which includes alkali-resistant fiberglass as a reinforcing element. The resulting composite material is acquired due to the presence in it of fiberglass high tensile strength. SFB is a universal construction material, products from which, being thin-walled, have high strength. SFB is used in thin-bone elements and structures of buildings and structures for which essential but important is to reduce its own weight, increase crack resistance, ensure the water resistance of concrete and its durability (including in aggressive media), increase toughness and resistance abrasion, the presence of radio transparency, as well as increased architectural expressiveness and environmental cleanliness. Glass fiber concrete wall cladding panels are used in elements that are performed as modular elements, not only in the case of serial unified construction; in the form of cladding panels for capital repairs of old buildings. Products from SFB are made in a wide range of textures and colors. The article will consider the features of the production of glass-fiber-concrete elements that affect the principles of installation of SFC on the example of eaves.

Ключевые слова: стеклофибробетон, капитальный ремонт, фасадные системы.

Keywords: glass fiber concrete, overhaul, facade systems.

В настоящее время в практике производства работ по капитальному ремонту находят применение новые, современные материалы, конструктивные элементы и технологии [1], [2]. Изделия из СФБ производятся с встроенными закладными элементами, что максимально упрощает монтаж изделий на заранее смонтированную подсистему. Мелкогабаритные изделия и карнизы выносом до 200 мм могут монтироваться без дополнительной подсистемы. Подсистема, по желанию заказчика и в зависимости от весовых нагрузок, мо-

жет быть изготовлена из черных металлов, оцинкованных материалов или алюминия.

На рис. 1 представлены элементы декора из СФБ на фасаде.

Технологически возможны несколько типов оформления стыков между элементами.

Первый способ.

Изделия монтируются с равными зазорами (3...5 мм). После монтажа изделия грунтуются, окрашиваются, швы остаются открытыми. При производстве изделий раскладка изделий на фасаде делается таким образом,

чтобы соблюсти симметрию и выдержать наиболее эстетичный вид фасада.



Рис. 1

Второй способ.

Монтаж осуществляется аналогично, при этом после окраски швы заделываются герметиком, что снижает вероятность попадания внутрь влаги, мусора. Рекомендуется использовать фасадные полиуретановые герметики. При таком способе монтажа швы между изделиями остаются видны. Стоит обратить внимание, что полиуретановые герметики колеруются, что позволяет максимально приблизить цвет шва к цвету финишного покрытия декоративного элемента.

Третий способ.

"Монолитные" карнизы (без видимого шва) получить значительно сложнее, поскольку возможны незначительные подвижки элементов на подсистеме (из-за температурного расширения материалов), что может привести к возникновению трещин в зоне швов на готовом карнизе. Для снижения вероятности образования трещин для финишной доводки элементов необходимо использовать отделочные материалы (краски, шпаклевки) на резиновой основе. При этом полностью исключить возникновение трещин на карнизах с выносом более 300 мм невозможно. Для финишной отделки используются: краски и шпаклевки на резиновой основе, полиуретановый герметик для заделки швов.

Из всех перечисленных вариантов монтажа наиболее перспективным является второй способ, поскольку при таком монтаже

вероятность возникновения трещин минимальная, эксплуатационные характеристики выше [3].



Рис. 2

На рис. 2 показана подсистема под СФБ без утепления.

Как было изложено выше, в изделиях из СФБ сделаны закладные детали, благодаря чему производится монтаж к ранее собранной подсистеме. Подсистема представляет из себя оцинкованный уголок, который при использовании сварки и анкеров крепится к фасаду здания [4], [5].

Существуют два основных метода изготовления изделий из стеклофибробетона, широко применяемые во всем мире. Это пневмонабрызг и метод премикса (предварительного смешивания).

При пневмонабрызге цементно-песчаный раствор набрызгивается (напыляется) в форму с одновременной подачей рубленого стекловолокна при помощи специального пистолета-напылителя, который также осуществляет рубку стекловолокна.

Пистолет-напылитель может находиться в руках оператора, производящего напыление (ручной набрызг), или быть смонтированным на специальной траверсе при автоматическом (механизированном) набрызге.

При премиксе рубленое стекловолокно добавляется в цементно-песчаный раствор во время перемешивания. Приготовленный таким образом материал затем выливается

или подается насосом в формы с последующим виброуплотнением или без оно, но с использованием специальных добавок для самоуплотнения смеси.

Выбор правильного состава смеси является определяющим для качества СФБ изделий. Подобранный СФБ смесь должна обеспечивать достижение изделием требуемых механических свойств через 7 и 28 дней, а также набор необходимой распалубочной прочности. Также она должна обладать необходимой удобоукладываемостью и сохранять ее в течение всего производственного процесса.

В состав стандартной смеси входят портландцемент, мелкозернистый песок, вода, пластификатор и/или полимер.

Как правило, на практике используют равные количества песка и цемента, в пропорции 1:1. Песок крайне важен для снижения усадки в СФБ.

Также необходимо добавлять в смесь пластификаторы или суперпластификаторы. В зависимости от климатических условий следует применять пластификаторы с замедлителями или ускорителями схватывания.

Степень дозировки пластификаторов варьируется существенно, и здесь следует руководствоваться рекомендациями производителей. Обычно она указывается в процентах к весу цемента.

Водоцементное отношение определяется к весу всей воды, присутствующей в смеси, а не только добавленной воды, так как вода может присутствовать и в песке, и в любом добавленном полимере. Например, если используются 50 кг песка, и песок имеет 6%-ное содержание влаги, это означает, что в песке содержится 3 кг воды, и соответственно на эти 3 кг должно быть уменьшено добавляемое в смесь количество воды затворения.

Когда добавляется полимер, его количество определяется, как вес твердых частиц полимера к весу цемента. Полимер поставляется в виде эмульсии (твердые частицы, растворенные в воде), чаще всего с 50%-ным содержанием твердых частиц. Для 50 кг цемента 5% твердого вещества полимера составляет 2,5 кг твердого вещества или 5 кг эмульсии. При расчете добавляемой воды в

смесь с полимером количество воды в полимерной эмульсии должно быть учтено.

Содержание стекла определяется выражением в процентах содержанием стекловолокна к весу всей смеси.

Для премикса процентное содержание стекловолокна должно быть в пределах 1,5...3,5%.

В премиксе стекло добавляется в уже приготовленную цементно-песчаную смесь, и поэтому вес стекла фигурирует как компонент смеси. Длина волокна, как правило, составляет 13 мм [6].

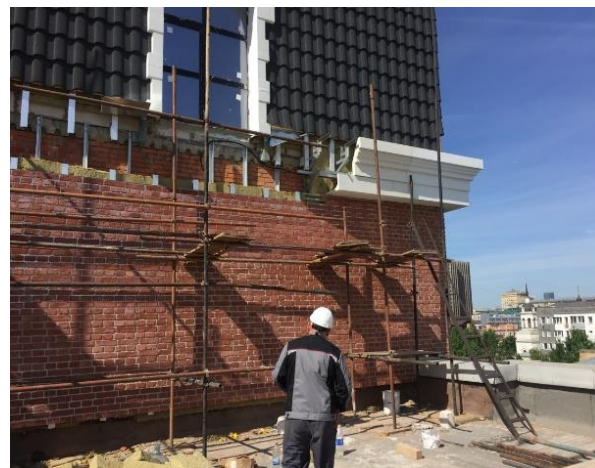


Рис. 3

На рис. 3 показан монтаж карниза из СФБ. Технологические процессы и операции приготовления смеси для премикса включают:

1) подъем лопасти смесителя из бадьи и заливку в бадью отмеренного количества воды и других жидких компонентов смеси, опускание в бадью лопасти смесителя и включение смесителя на малую скорость (в пределах показаний 2...3);

2) засыпку в бадью песка;

3) засыпку в бадью цемента;

4) увеличение скорости смесителя до показаний 6...7 и продолжение перемешивания еще в течение 20...40 с;

5) остановку смесителя и поднятие лопасти. Очистку всех наслоений смеси со стенок бадьи и оценку состояния смеси с точки зрения ее удобоукладываемости. При необходимости – добавление материалов;

6) вновь запуск смесителя и перемешивание на высокой скорости в течение 10...20 с;

7) уменьшение скорости смесителя до малых оборотов и добавление предварительно

рубленого стекловолокна через загрузочный лоток для быстрого и равномерного распределения волокна в смеси;

8) после добавления волокна перемешивание в течение 10 с;

9) остановка смесителя и поднятие вала с лопастью из бадьи, которая теперь может быть перемещена к месту выгрузки смеси в растворонасосную станцию.

Превышение времени перемешивания, применение смесителя неподходящего типа или использование неверно подобранного стекловолокна приводят к снижению качества стеклофибробетона по причине распада волокна на элементарные нити [7].

В табл. 1 представлена технологическая последовательность определения подвижности смеси по осадке конуса.

В табл. 2 приведен состав смеси для примекса (без добавления полимера), а в табл. 3 – для самоуплотняющегося примекса (без добавления полимера).

Т а б л и ц а 1

| № п/п | Эскиз | Технологическая операция |
|-------|--|---|
| 1 |  | Установить цилиндр в центр площадки с измерительными кольцами |
| 2 |  | Заполнить цилиндр смесью. При необходимости слегка уплотнить смесь, выгоняя из нее попавший воздух |
| 3 |  | С помощью шпателя выровнять поверхность смеси в цилиндре таким образом, чтобы смесь была на одном уровне с краями цилиндра |
| 4 |  | Строго вертикально и плавно поднять цилиндр с площадки, давая возможность смеси растечься по площадке с измерительными кольцами |
| 5 |  | Измерить подвижность смеси по числу колец, закрытых смесью. Норма для смеси стандартной рецептуры составляет 2...3 кольца в зависимости от температуры окружающей среды |

Т а б л и ц а 2

| Количество, кг | | Соотношение | |
|--------------------|--------|--------------------------------|--------------|
| Портландцемент | 50 | Соотношение цемент/песок | 1:1 |
| Песок | 50 | | |
| Вода | 16 | Водоцементное отношение | 0,32 |
| Суперпластификатор | 500 мл | Пластфикатор | 1% к цементу |
| Стекловолокно | 3 | 2,5 % стекловолокна ACS13H530X | |

Т а б л и ц а 3

| Количество, кг | | Соотношение | |
|---|--------|--------------------------------|--------------|
| Портландцемент | 50 | Соотношение цемент/песок | 1:1 |
| Песок | 50 | | |
| Вода | 18 | Водоцементное отношение | 0,32 |
| Пластификатор Flowaid для самоуплотняющегося бетона | 500 мл | Пластфикатор | 1% к цементу |
| Стекловолокно | 3 | 2,5 % стекловолокна ACS13H530X | |

Для примекса измерение подвижности смеси следует производить до добавления в смесь стекловолокон [8].

Формы

Сборка форм производится таким образом, чтобы ее борта, торцевые элементы, замки и прочее были правильно установлены и между ними отсутствовали зазоры. Углы, имеющие 90°, должны быть проверены с помощью угольника, а основные ли-

нейные размеры – с помощью рулетки. Следует провести визуальный осмотр формы с целью обнаружения повреждений, которые могут сказаться на качестве конечного изделия.

Также необходимо тщательно очищать формы и удалять из них весь мусор.

Тонкий слой опалубочной смазки наносится на все поверхности формы кистью, тряпкой или путем разбрызгивания. Все из-

лишки смазки следует удалить с помощью тряпки.

Когда формы заполнены СФБ премиксом, к виброобработке прибегают для того, чтобы полностью заполнить формы смесью и устранить из смеси попавший в нее воздух. Виброобработка в сочетании с правильным методом заполнения формы позволяет предупредить захват воздуха в форме, что ведет, в свою очередь, к образованию неприглядных раковин на поверхности изделий.

Самоуплотняющийся премикс не требует виброобработки вообще или требует ее в очень незначительном количестве. Применение специального пластификатора FLOWAID SCC позволяет получать очень текучую смесь. Стабилизатор, входящий в состав этого пластификатора, не допускает расслаивания смеси. Преимуществами самоуплотняющегося премикса являются:


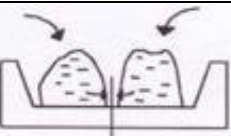




- 1) отсутствие шума при производстве,
- 2) отсутствие негативных аспектов для здоровья и безопасности персонала, связанных с применением виброоборудования,
- 3) большой срок службы форм,
- 4) отсутствие необходимости устанавливать и снимать формы с вибростола,
- 5) более высокое качество поверхности изделий,
- 6) смесь в форму может подаваться насосом,
- 7) возможность использовать смеси для лицевой отделки.

Заполнение формы смесью производится с середины и СФБ премикс растекается от середины к краям формы из одной точки. Ослабленное сечение образуется там, где встречаются два потока смеси, заливаемой в форму с двух разных точек, так как это место не будет перекрываться волокнами. Необходимо создавать возможность выхода воздуха из формы (табл. 4 (а,б,в) – технологические особенности и ошибки при укладке смеси в формы).

Складирование изделий до распалубки

После заполнения форм методом примекса они перемещаются на участок созревания для твердения материала и набора прочности. Необходимо чтобы заполненные формы были установлены на ровной поверхности и не подвергались изгибу и кручению.

Т а б л и ц а 4

| Вариант | Правильно | Неправильно |
|---------|--|---|
| а |  |  |
| б |  |  |
| в |  |  |

Последующий этап – это выдерживание изделий. Используют два вида выдерживания – сухой и влажный режимы.

Сухой режим выдерживания используется с применением полимерной добавки, которая должна быть введена в состав смеси.

После завершения формования изделие накрывается пленкой и до распалубки хранится в температурном диапазоне от минимальной температуры образования полимерной пленки до 40°C.

После распалубки изделие может выдерживаться в естественных условиях либо в цехе, либо на внешнем складе. В зимний период времени или в тех случаях, когда ожидаются заморозки, изделия следует хранить в цехе еще в течение двух дней после распалубки.

Выдержав в течение часа после завершения формования формы с изделиями, они накрываются полиэтиленом.

После распалубки изделия можно:

- а) складировать на поддоне, обернув термоусадочным материалом,
- б) складировать на участке с целью выдерживания изделий, накрыв их полиэтиленом,
- в) поместить в камеру тепловлажностной обработки.

Если используется вариант "б", изделие следует ежедневно увлажнять. В некоторых

случаях, в зависимости от уровня влажности, увлажнение можно проводить чаще.

При влажном режиме выдерживания СФБ изделий они хранятся в помещении, как правило, в течение 7 дней.

При складировании и транспортировке панелей необходимо принять меры предосторожности с тем, чтобы:

- защитить от повреждений наиболее уязвимые участки,
- не допустить деформации изделий, не допустить образования пятен или обесцвечивания наиболее "видимых" участков изделия,
- свести к минимуму количество операций по погрузке-разгрузке изделий.

Выбор метода складирования и транспортировки зависит от типа изделия. Изделия небольшого размера могут быть уложены в штабель на поддонах и накрыты термоусадочным материалом. Крупноразмерные панели облицовки фасадов могут складироваться и перевозиться в вертикальном положении на А-образных рамах.

Контроль качества изделий из стеклофибробетона

Контроль качества изделий из СФБ должен осуществляться заводской или строительной лабораторией в соответствии с требованиями ТУ.

Определение эксплуатационной надежности (прочности, трещиностойкости, жесткости и т.д.) конструкций из СФБ производится таким же образом, как и изделий из обычного железобетона по ГОСТ или ТУ на данное изделие с учетом положений настоящих норм.

Периодичность контроля прочности СФБ изготовленных конструкций устанавливается ГОСТ или ТУ на соответствующие изделия [9].

Система контроля прочности СФБ включает:

- приемочный контроль качества исходных материалов;
- контроль фибросодержания и однородности распределения фибр в матрице;
- контроль степени уплотнения СФБ;
- контроль средней величины и коэффициента вариации предела прочности СФБ при растяжении;

- контроль средней величины прочности материала матрицы при сжатии.

Каждая новая партия фибры, поступившая на производство, проверяется на соответствие паспортным данным завода-изготовителя и дополнительно испытывается в бетонах текущего производственного состава.

Стекловолоконная щелочестойкая фибра испытывается в мелкозернистых бетонных производственных составах при температурах 60...80°C изотермического выдерживания в течение 8 ч. Прочность бетона в первом случае не должна отличаться от производственной более чем на $\pm 10\%$, а снижение прочности во втором случае по сравнению с первым не должно превышать 20%.

На технологических линиях организуется систематический контроль равномерности распределения фибр в бетонной смеси.

Из разных участков изготавливаемой конструкции отбирается не менее 10 проб бетонной смеси массой приблизительно 200...300 г.

Далее после предварительного взвешивания пробы смесь помещается на систему сит с ячейкой 5 и 2,5 мм и промывается водой. После промывки стекловолокно, оставшееся на верхнем сите с ячейкой 5 мм, извлекается вручную (небольшая часть волокон может при промывке пройти через сито 5 мм, в этом случае оно собирается с нижнего сита), высушивается и взвешивается.

При формовании изделий качество уплотнения смеси характеризуется коэффициентом уплотнения, представляющим собой отношение фактической средней плотности уплотненной смеси к теоретически рассчитанному. Величина этого коэффициента составляет не менее 0,94...0,96. Фактическую среднюю плотность смеси следует определять в мерном сосуде емкостью не менее 1 л, жестко закрепленном на лабораторной виброплощадке. Ориентировочное время уплотнения равно $3 \times Ж$, где Ж – жесткость смеси, с.

Контроль СФБ на истираемость, ударную вязкость, вязкость разрушения и т.д. производится в тех случаях, когда они предусмотрены соответствующими стандартами или ТУ.

Определение прочности СФБ и бетон-матрицы может осуществляться путем использования:

– разрушающих методов испытаний изготовленных контрольных образцов согласно ГОСТ 10180;

– неразрушающих методов испытаний согласно ГОСТ 21217.

Таким образом, приготовление смеси для стеклофибробетона представляет собой регламентированный процесс, обеспечивающий надлежащее качество готовой продукции.

ВЫВОДЫ

1. Рассмотрены основные технологические особенности производства изделий из стеклофибробетона и процессы монтажа изделий из них на подсистему из алюминия.

2. Все стадии производства изделий из СФБ связаны технологическими, организационными и тестовыми мероприятиями, которые позволяют на стадии изготовления изделия обеспечивать их высокотехнологичный монтаж при производстве строительных и ремонтно-строительных фасадных работ, включая работы, осуществляемые при капитальном ремонте многоквартирных жилых домов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Король О.А., Кузнецов Г.С.* Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов. – 2017.

2. *Король О.А.* Концептуальные основы формирования нормативной базы капитального ремонта общего имущества многоквартирных жилых домов. – 2018.

3. *Шимко Владимир.* Архитектурно-дизайнерское проектирование городской среды. – М.: Архитектура-С, 2006.

4. *Кузин Н.Я., Селезнева А.К.* Особенности организации капитального ремонта многоквартирных до-

мов // *Современные проблемы науки и образования.* – 2015, № 1. С. 642.

5. *Вольфсон В.Л., Ильяшенко В.А., Комисарчик Р.Г.* Реконструкция и капитальный ремонт жилых и общественных зданий. – 2-е изд., репринтное. – М.: Стройиздат, 2003.

6. *Лукаш Л.В.* Изделия из стеклофибробетона. Технические условия № ТУ 32.99.59-001-73230920-2017.

7. *Дмитриев А.Н.* Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем. – 2005.

8. *Блази В.* Строительная физика. – М.: Техносфера, 2005.

9. *Кожневников С.А.* Особенности и проблемы формирования новой системы капитального ремонта // *Проблемы развития территории.* – 2016, №4(84). С.61...76.

REFERENCES

1. Korol' O.A., Kuznetsov G.S. *Mnogokriterial'nyy analiz meropriyatiy pri provedenii kapital'nogo remonta mnogokvartirnykh zhilykh domov.* – 2017.

2. Korol' O.A. *Kontseptual'nye osnovy formirovaniya normativnoy bazy kapital'nogo remonta obshchego imushchestva mnogokvartirnykh zhilykh domov.* – 2018.

3. *Shimko Vladimir.* *Arkhitekturno-dizaynerskoe proektirovanie gorodskoy sredy.* – М.: Архитектура-С, 2006.

4. *Kuzin N.Ya., Selezneva A.K.* *Osobennosti organizatsii kapital'nogo remonta mnogokvartirnykh domov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya.* – 2015, № 1. S. 642.

5. *Volfson V.L., Il'yashenko V.A., Komisarchik R.G.* *Rekonstruktsiya i kapital'nyy remont zhilykh i obshchestvennykh zdaniy.* – 2-e izd., reprinted. – М.: Stroyizdat, 2003.

6. *Lukash L.V.* *Izdeliya iz steklofibrobetona. Tekhnicheskie usloviya № TU 32.99.59-001-73230920-2017.*

7. *Dmitriev A.N.* *Tekhnicheskie rekomendatsii po proektirovaniyu, montazhu i ekspluatatsii navesnykh fasadnykh sistem.* – 2005.

8. *Blazi V.* *Stroitel'naya fizika.* – М.: Tekhnosfera, 2005.

9. *Kozhevnikov S.A.* *Osobennosti i problemy formirovaniya novoy sistemy kapital'nogo remonta // Problemy razvitiya territorii.* – 2016, №4(84). S. 61...76.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН.
Поступила 18.06.19.