

Панченко Л. А., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕКЛОФИБРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И ИНЖЕНЕРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

panchenko.bstu@mail.ru

*Статья содержит рекомендации по рациональному использованию стеклофибробетона в строительном комплексе. Показаны его преимущества перед другими материалами в период эксплуатации сооружения.*

**Ключевые слова:** *стеклофибробетон, пространственные конструктивные элементы.*

Стеклофибробетон (СФБ) – современный материал с широким диапазоном свойств и областей эффективного применения в строительстве. Этот композиционный материал состоит из цементно-песчаной матрицы и размещенных в ней отрезков щелочестойкого волокна. Он выгодно отличается от своих аналогов удачным сочетанием защитных, архитектурно-декоративных, эксплуатационных, конструктивных и др. свойств. Отсутствие стальных компонентов исключает соответствующий тип коррозии. СФБ не уступает железобетону в огнестойкости.

Присутствие волокон повышает прочность бетона при сжатии и при ударе (ударная вязкость возрастает в 10-15 раз). Предел прочности на растяжение при изгибе в сравнении с бетоном выше в 4-5 раз, а на осевое растяжение – в 3-4 раза. Волокна создают дополнительные упругие связи между частицами материала, который в их отсутствие проявлял хрупкие свойства. Границы прочностных показателей зависят от типа и длины стекловолокна, ориентации в смеси, состава добавок, технологии производства.

Стекланные волокна менее склонны к комкованию при перемешивании по сравнению с металлическими волокнами, что исключает их просеивание перед введением в бетонную смесь. Для получения стеклоармированных композиций хорошие результаты были достигнуты при использовании шнековых смесителей, работающих по принципу миксера, а также спирально-вихревых смесителей, обеспечивающих достаточную однородность распределения волокон в бетоне.

Формование и обработка бетонной смеси могут производиться в сочетании с прессованием, вакуумированием или с центрофугированием, способствующим удалению из бетона избыточной воды, созданию более плотной структуры материала.

Особые технологические приемы используются при армировании бетонов сравнительно длинными волокнами: пучками нитей, лентами, сетками, тканями. Такого рода армирование

осуществляется, как правило, с направленной ориентацией волокон по отношению к действующим силам.

По сравнению с обычным бетоном у СФБ наблюдается повышенное сопротивление образованию трещин. Этот факт имеет не только практическую значимость, но и эстетическую привлекательность. Все это способствует заметному возрастанию интереса к СФБ и расширению областей его эффективного использования в строительстве.

Архитекторы стремятся придать зданиям эстетическую выразительность и индивидуальность. Этому способствуют СФБ-изделия для оформления фасадов: рельефные экраны для оформления стен, тонкостенные рельефные ограждения лоджий, балконов, козырьки входов, балюстрады, элементы архитектурно-декоративного назначения. Можно получить различные виды фактуры и цвета при использовании естественных окрашенных заполнителей.

Технические характеристики материала позволяют применять его для различных вариантов кровли – в виде прямолинейных и криволинейных элементов складок. Их несущая способность, исходя из климатических требований, обеспечивается при малой толщине и малой массе.

В ряде случаев используются формообразующие эластичные матрицы, изготовленные, например, на основе специальных видов полиуретана. Это позволяет получить путем набрызга СФБ пространственные конструктивные элементы заданных конфигураций.

Помимо эстетичности, изделия из СФБ обладают экологической чистотой и долговечностью. Одним из требований к современным жилищным условиям является отсутствие экранящей способности материала. В силу электромагнитной прозрачности СФБ имеет преимущество перед железобетоном. Зарубежный опыт показывает использование СФБ для навесных стеновых панелей, разделительных перегородок многоэтажных зданий.

СФБ можно рационально использовать для строительства бытовых объектов. Из стандартных СФБ-элементов можно собирать летные кафе, павильоны, магазины, рынки, коттеджи, кемпинги и др. Как показывает опыт, готовые изделия могут иметь длину от 3 до 15 м. Их ассортимент позволяет совершенствовать технологию возведения, включая стыковку нескольких стандартных секций.

Стандартные изделия из СФБ широко используются в различных подземных коммуникациях – это кольца горловин и опорные кольца люков колодцев, лотковые днища и перекрытия, плиты перекрытий линий топливных сетей, безнапорные трубы, емкости отстойников, емкости для комплектации очистных сооружений автомоек при многоэтажных гаражах и автопаркингах.

Эффективное применение находят СФБ-трубы для подземных трубопроводов. Малая толщина стенок трубы и отсутствие муфтовых соединений способствуют уменьшению объема земляных работ – сокращению размеров траншей для прокладки труб и объема засыпки.

Развитию производства и применения изделий из СФБ в отечественной практике во многом способствовала разработка специалистами НИИЖБ и МНИИТЭП и введение в действие Ведомственных строительных норм «Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций» – ВСН 56-97 [1]. Создана официальная нормативная база для расширенного применения конструкций из СФБ в строительном комплексе России, а также подготовлена технологическая основа для развития производства этого вида конструкций. Совершенствуется расчет СФБ по предельным состояниям [2,3].

Стеклофибробетон находит большое применение при реставрации исторических зданий и комплексов, в строительстве культовых объектов. Это обусловлено как высокими эксплуатационными свойствами и декоративностью материала, так и способностью композиций из СФБ копировать любую форму матриц, на которых формуется изделие, и заменять гипсовые накладные элементы.

Таким образом, СФБ дает проектировщикам ни с чем не сравнимую гибкость проектного решения, совмещая это с совершенной технологией изготовления конструкций.

Расширение ассортимента щелочестойкого стекловолокна позволяет сейчас отвечать на запросы самого современного технологического процесса и получать высокие эксплуатационные характеристики СФБ. В наши дни производители стекловолокна могут посоветовать, какой вид

их продукции следует применять в каждом конкретном случае.

При оптимизации строительных конструкций из СФБ, помимо варьируемых параметров, отражающих топологию и геометрию системы, немаловажную роль играют тип волокна, его длина и процент армирования, влияющие на модуль деформаций композиционного материала и соответственно на потенциальную энергию деформации [4,5].

В установленном представлении оптимальная структура конгломерата с армирующими волокнами возможна при любом заполнителе, но наиболее экономичными и технически рациональными являются составы с максимальной плотностью упаковки частиц и, следовательно, с наименьшим расходом вяжущего вещества.

Оптимальная структура имеет непрерывную прослойку в виде пространственного каркаса вяжущего вещества, фазовое отношение в котором составляет минимально возможную величину, что соответствует минимальной усредненной толщине сплошной пленки среды в вяжущем веществе в свежеизготовленном конгломерате.

Возрастание удельной и суммарной поверхностей заполнителя, а, следовательно, физико-химической и химической активности частиц, достигается посредством добавления мелкозернистого компонента (например, песка) с возможным понижением содержания крупнозернистых фракций. В пределе получают мелкозернистый бетон, когда в качестве заполнителя используется только песок.

В реальности целесообразно корректировать состав заполняющей части по мере изменения фазового соотношения, а, следовательно, и массы вяжущей части. С увеличением фазового соотношения возрастает доля мелкозернистого заполнителя (в данном случае песка) при увеличении водоцементного отношения. Это способствует доуплотнению смеси, дополнительной адсорбции и сольватации части свободной жидкой среды, поддержанию на должном уровне вязкости вяжущего.

Существенным моментом является увеличение количества контактных и структурных связей, уменьшение содержания и размера микропор. Это повышает прочность, модуль упругости, но в то же время и объемную массу. Происходит некоторое снижение расхода вяжущей части.

Возникновение адсорбционных слоев (пленок) вокруг частиц дисперсной фазы способствует устойчивости микрогетерогенной системы. Адсорбционные пленки не только понижа-

ют поверхностное натяжение на границах раздела фаз, но и обладают значительной прочностью на разрыв. Пленки, называемые также сольватными оболочками повышенной прочности и упругости, предохраняют дисперсные частицы от взаимослипания и сцепления, предотвращают коагуляцию – укрупнение частиц под действием молекулярных сил.

К последним новинкам относится фибрин – тончайшее волокно, созданное в Великобритании специально для эффективного предотвращения образования трещин в бетоне при усадке. Волокно образуется непрерывным способом из гранул полипропилена путем экструзии и вытяжки при нагревании с последующим нанесением на поверхность состава, способствующего рассеиванию и сцеплению поверхности волокна с цементным раствором. Затем оно нарезается и гофрируется.

Анализ применения фибрина как добавки для бетона и строительных растворов показывает, что волокна не только значительно снижают образование внутренних микротрещин, но и способствуют микроструктурному уплотнению, что является основным фактором повышения

долговечности бетона и защиты стальной арматуры.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проектирование и основные положения технологий производства фибробетонных конструкций (ВСН 56-97). М.: НТУ НИЦ «Строительство», 1997. 91с.
2. Панченко Л.А. Строительные конструкции с волокнистыми композитами. Белгород: БГТУ, 2013. 184с.
3. Панченко Л.А. Трещинообразование в волокнистых композитах // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2005. № 10. С. 421–423.
4. Юрьев А.Г. Вариационные принципы строительной механики. Белгород: БелГТАСМ, 2002. 90 с.
5. Юрьев А.Г. Естественный фактор оптимизации топологии конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. N 5. С. 46–48.