

ФИБРОБЕТОН

С.И. Суховая

Фибробетон – это новое поколение современных качественных армированных бетонов. Новое поколение бетонов и различных растворов с применением всевозможных фиброволокон.

Ключевые слова: фибробетон, фиброволокно, новые материалы.

Сегодня в строительстве и стало частым применение такого строительного материала как фибробетон. Фибробетон, это определенный вид бетона, в котором по всей его структуре распределяются специальные металлические вкрапления, которые имеют названия как фиброволокна.

Фибробетон своим появлением обязан быстроразвивающимся технологиям строительства, которые должны отвечать высоким требованиям современности, в частности, к строительным материалам. А одним из наиболее перспективных вариантов улучшения качества материалов, является их дополнение новыми связующими компонентами, например крепкими волокнами, которые делают исходный материал прочнее. Армированный фибрами бетон в несколько раз превосходит качественные характеристики обычного бетона.

В зависимости от того, из какого материала изготовлены фибры, армированный бетон делится на несколько видов. А наиболее часто они производятся из таких материалов:

- сталь;
- синтетические материалы;
- стекловолокно.



Фиброволокна (сталь, синтетические материалы)

Свойства фибробетона как композиционного материала определяются свойствами составляющих его компонентов. Основные характеристики материалов, используемых в настоящее время для изготовления фибры, приведены в таблице.

Сопротивление различным воздействиям у фибробетонов в несколько раз выше, чем у обычного бетона. Главными показателями свойств фибробетонов можно считать следующие:

- прочность при сжатии, осевом растяжении, растяжении при изгибе;
- начальный модуль деформаций;
- морозостойкость;
- водонепроницаемость;
- истираемость;
- ударную прочность (вязкость).

Важнейшая характеристика фибробетона – прочность на растяжение – является не только прямой характеристикой материала, но и косвенной, и отражает его сопротивление другим воздействиям, а также долговечность.

Другая важная характеристика фибробетона – ударная прочность (вязкость разрушения), которая в 3–5 раз превышает ударную прочность обычного бетона.

Экспериментально-теоретические исследования физико-механических свойств фибробетонов и опыт их применения позволили выявить эффективную номенклатуру конструкций, сооружений и изделий из них.

Установлены следующие области рационального применения фибробетонов:

- *монолитные конструкции и сооружения* – автомобильные дороги, перекладка покрытия, промышленные полы, выравнивающие полы, мостовые настилы, ирригационные каналы, взрыво- и взломоустойчивые сооружения, водоотбойные дамбы, огнезащитная штукатурка, емкости для воды и других жидкостей, обделки тоннелей, пространственные покрытия и сооружения, оборонные сооружения, ремонт монолитных конструкций полов, дорог и др.;

- *сборные элементы и конструкции* – железнодорожные шпалы, трубопроводы, склепы, балки, ступени, стеновые панели, кровельные панели и черепица, модули плавающих доков, морские сооружения, взрыво- и взломоустойчивые конструкции, плиты аэродромных, дорожных, тротуарных покрытий и креплений каналов, карнизные элементы мостов, сваи, шпунт, обогревательные элементы, элементы пространственных покрытий и сооружений, уличная фурнитура.

Практически все вышеуказанные конструкции из фибробетона широко применяются за рубежом, имеется положительный опыт их эффективного использования и в отечественном строительстве. Конструкции могут изготавливаться как с фибровым, так и с комбинированным армированием, когда имеется фибра и стержневая или проволочная арматура.

Низкое сопротивление растяжению, которое характерно для каменных материалов – наиболее существенный недостаток, снижающий эффективность использования бетона в конструкциях. Ввиду сложной макроструктуры сопротивление растяжению – определяющий фактор и при других видах напряженного состояния бетона.

Достижимое *фибровым армированием* увеличение отношения пределов прочности при растяжении и сжатии (R_{bt}/R_c) представляет собой средство повышения эффективности бетона как конструкционного материала. Учитывая относительно высокую стоимость и дефицитность волокон, этот показатель решит вопрос о конкурентоспособности фибробетонов по сравнению с другими видами армированных бетонов. Имеются мнения, что для этого потребуется достижение величины $R_{bt}/R_c = 0,5-0,6$. Практически такое соотношение прочностей возможно только при дисперсном *фибровом армировании* бетона-матрицы.

Интегральные *свойства фибробетона*, как и любого композита, обуславливаются свойствами его компонентов (фибры и бетона-матрицы), а также наличием и степенью их совместной работы. В *фибробетоне* такая работа обеспечивается за счет сцепления и анкеровки фибры в бетоне.

Таблица

Основные характеристики волокон для армирования композитов

Тип волокна	Плотность ρ , кг/см ³	Прочность на растяжение R_t , МПа	Удельная прочность R/ρ , 10 ⁶ см	Модуль упругости при растяжении E , МПа	Удельный модуль упругости E/ρ , 10 ⁸ см
Металлы:					
алюминий	0,00269	63,3	2,36	74 520	2,733
титан	0,00471	196,8	4,18	117 400	2,493
сталь	0,00781	421,8	5,4	210 000	2,689
бериллий	0,00186	175,8	9,47	309 300	16,666
Неорганические вещества:					
стекло E	0,00255	3515	13,8	73 820	2,897
стекло S	0,00249	4920	19,74	87 890	3,525
углерод	0,00175	250–350	14,3–20	200 000– 250 000	11,4–14,3
высокопрочный углерод	0,00195	200–250	10,3–13	350 000 – 380 000	17,9–19,5
бор	0,00258	351,5	13,65	421 800	16,374
Органические вещества:					
квевра (PRD49)	0,002	170–225	8,5–11,3	13 300	6,65

Для изготовления фибры используются выработавшие технический ресурс или некондиционные, специально очищаемые, канаты с диаметром проволок от 0,2 мм до 1,0 мм.

Фибра, фрезерованная из сляба стали марок Ст3 ПС, Ст3 СП и др., производится в Санкт-Петербурге, Челябинске и Кургане. Эта фибра имеет прочность 600–900 МПа, длину 25–32 мм трапециевидное сечение шириной до 3 мм и толщиной 0,2–0,6 мм.

Фибра, резанная из тонкого холоднокатаного листа, в массовом порядке выпускается в г. Магнитогорске. Эта фибра имеет значительно более широкий сортамент: толщину от 0,3 до 1,0 мм; ширину от 0,4х0,6 мм и длину от 30 до 40 мм. Прочность этой фибры – от 480 до 600 МПа.

Другим видом волокон для фибрового армирования бетонов являются стеклянные волокна. Для дисперсного армирования бетона используют, как правило, специальное щелочестойкое стекловолокно, так как обычное алюмоборосиликатное (бесщелочное) стекловолокно быстро корродирует в щелочной среде твердеющего бетона и требует специальной защиты.

Фибра из синтетических волокон наиболее дешева и химстойка. Но она имеет низкий модуль упругости и высокую предельную деформативность, что предопределяет деформативность фибробетона, особенно после трещинообразования. Тем не менее, она может эффективно использоваться

для улучшения реологических свойств фибробетонных смесей, структурообразования бетона-матрицы на стадии твердения и повышения его долговечности. Наиболее эффективными с позиций прочности и долговечности фибробетона, в т.ч. при экстремальных химических, температурных и пожарных воздействиях, являются углеродные волокна. Но фибра из них пока слишком дорога, а снижение ее стоимости – вопрос будущего.

В настоящее время имеются практически все возможности для создания высокопрочных фибробетонов нового поколения на основе отечественных материалов. Наличие современных эффективных видов фибры позволяет упростить ее введение и перемешивание в бетонной смеси, что, в свою очередь, дает возможность в большей степени использовать технологическое оборудование, применяемое для обычных бетонов. При этом могут быть получены и использованы фибробетонные смеси высокой подвижности.

Модифицированные высокопрочные мелкозернистые бетоны, обладая сверхнизкой проницаемостью (W20), обеспечивают высокую коррозионную стойкость фибры и долговечность фибробетона, а также ускоренное нарастание прочности. Последнее особенно важно для монолитного строительства. Учитывая сложившиеся условия и мировой опыт, целесообразно ускорить разработки в области технологии и расчета фибробетонов, более широко применять фибробетонные конструкции при проектировании объектов строительства.

Библиографический список

1. URL: http://http://www.i-stroy.ru/docu/technology/fibrobeton_osobennosti_i_perspektivyi_primeneniy/591.html.
2. URL: http://flevel.ru/article/article_fiber_reinforced_concrete/.
3. URL: <http://alfaspk.ru/fibrobeton-sposob-primeneniya-fibrobetona>.

[К содержанию](#)