

## НОВЫЕ СПОСОБЫ УСИЛЕНИЯ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В.В. Теряник, П.Г. Поднебесов

Тольяттинский государственный университет  
ул. Белорусская, 14, Тольятти, Россия, 445667

Новое время диктует правила использования и внедрения новых конструкционных материалов в совокупности с новыми технологиями. Создание «новых материалов из прежних» возможно путем армирования широко известных материалов. Армированный бетон по экономическим показателям и прочностным характеристикам превосходит обычный марочный бетон.

**Ключевые слова:** конструкционные материалы, армированный бетон, фибровое армирование.

Одним из наиболее прогрессивных видов армирования бетона является фибровое армирование, которое дает начало материалу — фибробетон. Самые распространенные виды фибр для бетона следующие:

- фибра стальная;
- фибра из щелочестойкого стекловолокна;
- фибра из обычного стекловолокна;
- фибра из синтетических волокон.

Сталефибробетоном (или фибробетоном) называют бетон, армированный хаотически расположенными в нем стальными волокнами — фибрами (диаметр составляет 0,2—1,0 мм, длина волновой фибры 12—20 мм, высота гофры 2,0—2,5 мм, длина — 8,0—10,0 мм). Каждая фибра играет роль стержневой арматуры в железобетоне (рис. 1). По своим свойствам фибробетон значительно отличается от привычного бетона. Так прочность фибробетона на растяжение при изгибе возрастает в 2—3 раза, трещиностойкость — в 1,5—2 раза, прочность на удар — в 8—10 раз по сравнению с бетоном. Существенно возрастает износостойкость и морозостойкость.



**Рис. 1.** Схемы армирования бетона  
а) бетон, армированный стальной арматурой;  
б) бетон, армированный стальной фиброй

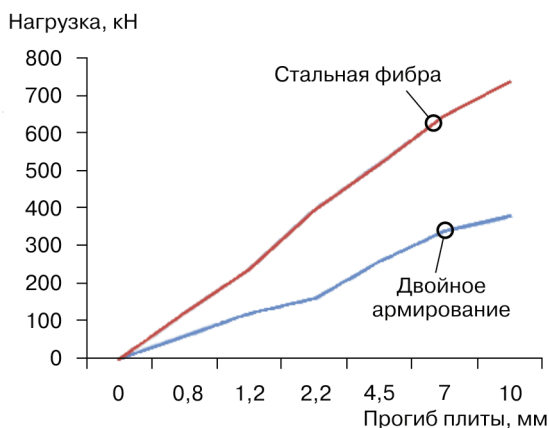
За счет улучшения приведенных выше свойств долговечность фибробетонных конструкций возрастает в 2—3 раза по сравнению с обычными железобетонными.

Наиболее широкое применение в настоящее время стальная фибра находит при возведении промышленных полов. При этом решаются проблемы трещинообразования, увеличивается долговечность и уменьшается трудоемкость изготовления. Ввод фибры осуществляется путем засыпки фибры из картонных ящиков

весом 20 кг или 25 кг непосредственно в автомиксер с бетонной смесью. Данная фибра хорошо распределяется в бетонной смеси, не образуя комков (ежей). Латунированная фибра из проволоки превосходит по прочностным показателям СФБ другие виды фибр и позволяет снизить ее расход за счет более высокой дисперсности (количество более 100 000 шт. в 1 кг) и прочности на 20—25% по сравнению с фиброй из листа. Еще в СССР в 1985—1990-х гг. в рамках выполнения целевой программы Госстроя Челябинский политехнический институт разработал и организовал опытное производство отечественной стальной фибры, рубленной из листа. Недостатком фибры из листа является ее возможное комкование при перемешивании с бетонной смесью при относительной длине в пределах 80—100. Поэтому относительная длина фибры из листа находится в пределах 60—70 мм. Основное преимущество проволочной фибры (фибры стальной латунированной (ФСЛ)) перед всеми другими видами фибр является ее высокая дисперсность: более 100 000 шт/кг. Это значит, что поверхность контакта фибр с бетонной матрицей на порядок большая, при этом ее прочностные характеристики на разрыв также самые высокие и достигают 2500 МПа.

Волнообразный профиль фибры также является существенным преимуществом по сравнению, например, с профилем фибр с отогнутыми концами. У этих фибр при разрушении сталефибробетона отогнутые концы являются концентраторами напряжений, которые у одной фибры равны двум (два конца — два концентратора). У фибры ФСЛ из-за волнового профиля концентраторы распределены по всей длине фибры, поэтому, напряжения в сталефибробетоне меньше напряжений, возникающих при армировании другими видами фибры.

При армировании бетона двойным арматурным каркасом отмечается невысокая трещиностойкость, что подтверждается реальными условиями эксплуатации железобетонных конструкций. При сравнении прогибов плит, армированных стальной фиброй, с прогибами плит с двойным арматурным каркасом получили зависимости (рис. 2). Как видно из графика, прогиб плиты выше в случае армирования фиброй; это объясняется высокой степенью сцепления элементов фибры, что позволяет повысить срок эксплуатации железобетонных плит.



**Рис. 2.** Зависимость прогибов плиты от нагрузок в случае армирования стальной фиброй (верхняя кривая) и в случае с двойным армированием (нижняя кривая)

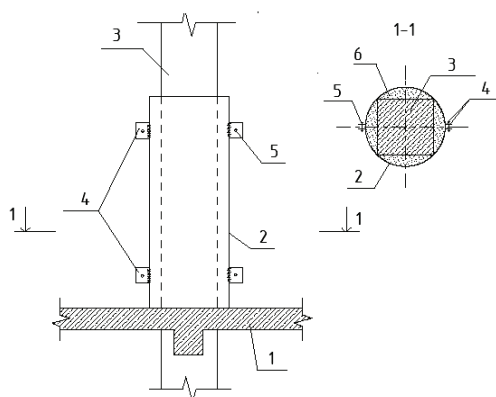
Преимущества технологии изготовления фибробетонных конструкций:

- значительная экономичность данной технологии;
- во время созревания бетона не происходит трещинообразования;
- ударопрочность фибробетона (вязкость разрушения) значительно превосходит ударопрочность привычного бетона;
- устойчивость к морозам;
- потенциальное устройство сверхгладкого основания;
- технологичность: при помощи пневмооборудования смесь автоматически подается на любое расстояние и на высоту до 60 этажей.

Если принять характеристики обычного бетона за 100%, то использование фибробетона в различных областях приводит к:

- повышается износостойкость (200%);
- ударная вязкость (1000%);
- прочность на сжатие (140%).

С учетом положительных свойств фибробетона на кафедре «Промышленное и гражданское строительство» Тольяттинского государственного университета разработано конструктивное решение опорной части колонны (рис. 3.).



**Рис. 3.** Наружная усиливающая конструкция колонны

- 1 — плита перекрытия; 2 — U-образные металлические лотки;  
3 — железобетонная колонна; 4 — фланцы; 5 — болты; 6 — фибра

Конструктивное решение относится к области строительства, в частности к наружной усиливающей конструкции железобетонной колонны 3. Конструкция состоит из бетона, армированного стальным волокном (фиброй) 6. Технический результат полезной модели достигается тем, что элемент изготавливается в виде двух U-образных металлических лотков 2, соединяющихся между собой при помощи фланцев 4, которые стягиваются болтами 5, что позволяет уменьшить сварочные работы и дает возможность многократного использования опалубки при выполнении усиления. На конструктивное решение оформлен патент.

Данное конструктивное решение находит применение при реконструкции зданий и сооружений — при увеличении эксплуатационных нагрузок на существующие конструкции (в данном случае опорных частей железобетонных колонн) с целью увеличения деформативности сжатых элементов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] *Теряник В.В.* Прочность, устойчивость и деформативность железобетонных колонн, усиление обоймами. — Челябинск: Южно-уральское книжное издательство, 2004.
- [2] *Теряник В.В., Лу А.В., Бирюков А.Ю.* Элемент усиления колонн. Патент России RU № 67610.

## **NEW WAYS OF STRENGTHENING OF COMPRESSED ELEMENTS REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

**V. Teryanik, P. Podnebesov**

Togliatti State University  
*Belarus str., 14, Togliatti, Russia, 445667*

Compressed elements of reinforced concrete structures are influenced by various factors in the process of building exploitation. Increasing of exploitation pressures is the chief danger. One way of increasing of carrying capacity of main exploiting columns is considered in the report.

**Key words:** strengthening, holder, fibrous concrete.