

УДК 666.91

*И.В. РУССУ*, д-р хаб. техн. наук, проф., *Е.Я. НИКА*, докторант,  
Технический университет Молдовы, Кишинэу

## **СВОЙСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, АРМИРОВАННЫЕ ПОЛИМЕРНЫМИ ФИБРАМИ**

Приведены результаты исследований изгибаемых железобетонных конструкций, армированные полипропиленовыми короткими фибрами марки Multi 190 и длинными марки High Grade 380. Экспериментально доказано, что высокая прочность при изгибе железобетонных конструкций достигается при армировании растянутой части длинной фиброй марки High Grade 380, а сжатой части короткой фиброй марки Multi 190. В сочетании с акриловой добавкой дисперсное армирование позволяет повысить прочность бетона при сжатии более 1,35 раза.

**Введение.** Практически во всех железобетонных конструкциях, эксплуатируемых под воздействием различных динамических или ударных нагрузок, изгибающих и других сил, постепенно появляются трещины, ширина которых со временем увеличивается и может превышать допустимые значения. Через образовавшиеся трещины агрессивные среды контактируют непосредственно с металлической арматурой, вызывая ее коррозию [1].

Научно-технический прогресс способствовал существенному изменению состава техногенных сред, делая их более агрессивными по отношению к металлической арматуре и бетону. Бетон имеет пористую структуру и его взаимодействие с агрессивной средой и разрушение, происходит как на поверхности, так и на глубине проникания окружающей среды. Поэтому при эксплуатации железобетонных конструкций в таких условиях, вероятность их разрушения становится больше. В таких случаях конструкции теряют несущую способность и даже при нагрузках, не превышающих нормативные, могут разрушаться [2].

Исходя из изложенного, вопрос повышения прочностных свойств железобетонных конструкций, эксплуатируемых в таких условиях, становится очень актуальным. Повышение прочностных свойств железобетонных конструкций, возможно несколькими способами: повышением плотности, прочности и уменьшением ползучести бетона, увеличением процента армирования и др. [3, 4]. Эффективным способом увеличения прочностных свойств железобетонных конструкций является их дополнительное армирование различны-

ми фибрами, в т.ч. и синтетическими полимерными, а также повышением их плотности.

**Экспериментальная часть.** С целью повышения прочностных свойств железобетонных конструкций, эксплуатируемых под воздействием изгибающих сил, динамических или ударных нагрузок, различных агрессивных сред было изучено влияние дисперсно-армирующих бетон полипропиленовых коротких марки Multi 190 и длинных марки High Grade 380 фибр и полимерной акриловой добавки.

В первых сутках после формования железобетонных конструкций появляются усадочные трещины, которые нарушают целостность бетона и в дальнейшем приводят к снижению прочностных свойств конструкций. Причиной появления усадочных трещин являются внутренние напряжения, величина которых превышает механическую прочность бетона. Это явление (появление усадочных трещин) может быть исключено введением в бетонную смесь определенного (оптимального) количества дисперсной фибры, т.е. дополнительно армируя дисперсно бетон. Полипропиленовые фибры имеют развитую специфическую поверхность, что позволяет им ассимилировать часть растягивающих напряжений при усадке бетона. В этом смысле армирование бетона полипропиленовыми фибрами является более эффективным, чем обычное армирование металлической сеткой.

Полипропиленовые короткие фибры марки Multi 190 и длинные фибры марки High Grade 380 (рис. 1 а и б) имеют нитевидную плоскую закрученную форму, а края фибр имеют зазубренную форму.

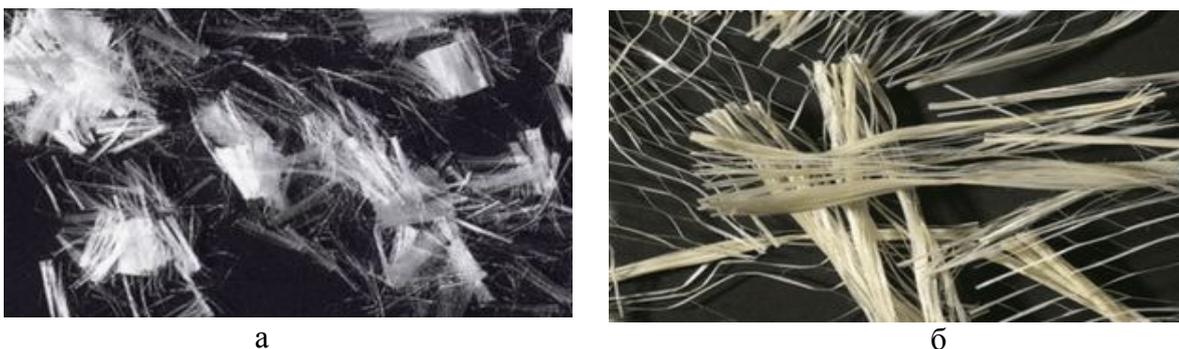


Рис. 1– Полипропиленовые фибры для дисперсного армирования бетонов и растворов: а – марки Multi 190 и б – марки High Grade 380.

Закрученная форма фибр и их высокая прочность при растяжении позволяет им не разрушаться при изгибе и растяжении железобетонных конструкций, а их зазубренные края обеспечивают прочное механическое сцепле-

ние с бетоном. Равномерное и не ориентированное расположение фибр обеспечивает микроармирование системы и придает бетону одинаковые свойства во всех направлениях. Основными требованиями к фибрам для армирования являются: химическая инертность, высокая прочность при растяжении, высокое сцепление с бетоном.

Для определения оптимальных составов бетонов, содержащих короткую марки Multi 190 и длинную марки High Grade 380 фибры, были подготовлены по 5 серий образцов. В бетонную смесь (состав бетонной смеси на 1 м<sup>3</sup>: портландцемент СЕМ I 32,5R – 380 кг, щебень гранитный фракции 5...10 мм – 1100 кг, песок кварцевый Мк = 2,0 – 595 кг, вода – 227 л) количество добавляемой фибры начиналось с 250 г/м<sup>3</sup> и увеличивалось кратно 250 до 1250 г/м<sup>3</sup>. Подготовленные образцы (по 3 для каждой серии, рис. 2) хранились в естественных условиях и испытывались через 3, 7 и 28 суток. Результаты испытаний показали (табл. 1), что прочность бетона при сжатии практически не влияет от типа фибры, а влияет только от его содержания и составляет примерно 1 кг/ м<sup>3</sup>. Повышение содержания фибр в бетонную смесь более 1 кг/м<sup>3</sup> не приводит к существенному увеличению прочности бетона при сжатии.



Рис. 2 – Образцы бетона дисперсно-армированные полипропиленовыми фибрами марки Multi 190 (короткие) и марки High Grade 380 (длинные): а – кубы 150×150×150 мм, б – цилиндры 150×300 мм, с – призмы 150×150×550 мм.

Таблица 1 – Прочность бетона при сжатии

№ состава	Прочность бетона при сжатии с фиброй марки Multi 190, МПа			№ состава	Прочность бетона при сжатии с фиброй марки High Grade 380, МПа		
	3 дня	7 дней	28 дней		3 дня	7 дней	28 дней
1	17,8	30,7	49,1	6	17,5	30,9	49,0
2	18,2	31,0	49,4	7	17,7	31,2	49,5
3	18,7	31,8	50,5	8	17,9	31,5	50,0
4	18,9	32,2	51,6	9	18,0	31,7	50,7
5	18,4	31,2	49,6	10	17,6	31,4	49,9

Для повышения прочностных свойств бетона, и в частности прочности при изгибе, было исследовано влияние полимерной акриловой добавки (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние полимерной акриловой добавки на прочность бетона при сжатии

Типы испытываемых образцов	Прочность бетона при сжатии, МПа			Сравнительное изменение прочности бетона, %
	3 дня	7 дней	28 дней	
Контрольные образцы (не армируемые фибрами и без акриловой добавки)	17,3	30,4	48,6	100 %
Образцы, армированные фиброй марки Multi 190 и с акриловой добавкой	30,43	46,68	69,98	144 %
Образцы, армированные фиброй марки High Grade 380 и с акриловой добавкой	29,25	45,78	65,61	135 %



Рис. 3 – Установка для испытания на изгиб железобетонных конструкций



Рис. 4 – Характер разрушения железобетонных конструкций при изгибе

Испытания этих же образцов ультразвуковым методом подтвердили те же результаты прочности бетона при сжатии.

Существенное значение для многих железобетонных конструкций имеет повышение их прочности при изгибе. Установка для испытания на изгиб железобетонных конструкций и характер их разрушения показаны на рис. 3 и 4.

Результаты испытаний (табл. 3) показывают существенное изменение прочности при изгибе железобетонных конструкций, армированных длинной фиброй марки High Grade 380 и содержащих акриловую добавку.

Большую прочность при изгибе

обладает бетон, армированный фиброй марки High Grade 380 (длинной фиброй).

Исходя из результатов испытаний, целесообразно формировать изгибаемые железобетонные конструкции в два этапа.

Растянутую часть железобетонных конструкций до нейтральной линии формировать из бетонной смеси с фиброй марки High Grade 380 (длинная фибра) и акриловой добавкой.

Сжатую часть изгибаемых железобетонных конструкций формировать из бетонной смеси с фиброй марки Multi 190 (короткая фибра) и акриловой добавкой.

Таблица 3 – Изменение прочности при изгибе железобетонных конструкций, армированных длинной фиброй марки High Grade 380 и содержащих акриловую добавку

Типы испытываемых образцов	Прочность бетона при изгибе, МПа			Сравнительное изменение прочности бетона, %
	3 дня	7 дней	28 дней	
Контрольные образцы (не армируемые фибрами и без акриловой добавки)	2,4	3,8	4,4	100 %
Образцы, армированные фиброй марки Multi 190 и с акриловой добавкой	4,1	4,5	5,28	120 %
Образцы, армированные фиброй марки High Grade 380 и с акриловой добавкой	4,5	5,2	6,16	140 %

### **Выводы.**

Прочность при сжатии бетона существенно не влияет от длины полипропиленовой фибры, а зависит только от его количества в бетонной смеси.

Дисперсное армирование бетона полипропиленовыми фибрами в сочетании с акриловой добавкой позволяет повысить прочность бетона при сжатии более 1,35 раза.

Прочность при изгибе бетона зависит от длины дисперсной фибры, и наибольшее ее значение достигается при армировании растянутой части длинной фиброй марки High Grade 380, а сжатой части короткой фиброй марки Multi 190.

**Список литературы:** 1. Пирадов К.А. Ресурс прочности и долговечности эксплуатируемых зданий и сооружений / К.А. Пирадов, Е.А. Гузев, О.А. Пирадова // Бетон и железобетон. – 1998. – № 2. – С. 21 – 23. 2. Rusu I. Coroziunea si protectia constructiilor rutiere de beton armat / I. Rusu, I. Colesnic, I. Constantinescu // Al XIII-lea Congres National de Drumuri si Poduri din România, 15-17

sep. 2010. – Poiana Braşov, 2010. – Vol. II. – P. 232 – 237. **3.** Розенталь Н.К. Коррозионностойкие бетоны особо малой проницаемости / Н.К. Розенталь, Г.В. Чехний // Бетон и железобетон. – 1998. – № 1. – С. 27 – 29. **4.** Зайцев Ю.В. Особенности механики разрушения бетона и железобетона при длительном действии нагрузки и внешней среды / Ю.В. Зайцев, Н.К. Розенталь, Г.В. Чехний // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2001. – № 8. – С. 29 – 30.

Поступила в редколлегию 28.08.12

УДК 666.91

**Свойства железобетонных конструкций, армированные полимерными фибрами / И.В. РУССУ, Е.Я. НИКА // Вісник НТУ «ХП». – 2012. – № 59 (965). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 86 – 91. – Бібліогр.: 4 назв.**

Наведено результати досліджень згинаючих залізобетонних конструкцій, що армовані поліпропіленовими короткими фібрами марки Multi 190 і довгими марки High Grade 380. Експериментально доведено, що висока міцність при вигині залізобетонних конструкцій досягається при армуванні розтягнутій частині довгою фіброю марки High Grade 380, а стислій частині короткою фіброю марки Multi 190. У поєднанні з акриловою добавкою дисперсне армування дозволяє підвищити міцність бетону при стиску більше 1,35 рази.

The results of studies of flexible reinforced concrete, reinforced with polypropylene fibers shorter brand Multi 190 and long-brand High Grade 380. Experimentally proved that the highest bending strength concrete structures have reinforced in the tension zone with long fibers brand High Grade 380, and short fibers in a concise brand Multi 190. In combination with an acrylic additive dispersed reinforcement increases the compressive strength of concrete more than 1,35 times.

УДК 666.3

**Е.Ю. СВЕТКИНА**, канд. хим. наук, доц., ГВУЗ «НГУ», Днепропетровск  
**О.Г. БЕЗРУКАВА**, мл. науч. сотруд., ДНУ, Днепропетровск  
**Ю.Б. ВИНОГРАДОВ**, ученик, ДОЛІМФП при ДНУ, Днепропетровск

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ МИНЕРАЛОВ В ПРОЦЕССЕ ОБОГАЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Рассмотрены процессы виброударной активации минералов с применением решетчатой модели на ЭВМ. С помощью сделанной программы можно будет прогнозировать механические свойства, теплоемкость, твердость и электропроводимость квазикристаллических систем. Возможно также прогнозирование некоторых физических свойств квазикристаллов.

© Е.Ю. Светкина, О.Г. Безрукава, Ю.Б. Виноградов, 2012