

## MODERN VIEWS ON THE APPLICATION OF POLYMERS IN CONCRETE

L. PARFENOVA, Sati Rabih

*The article presents a brief review of modern research directions of polymers in concrete. It is noted that along with polymer concrete and polymer concrete, the use of polymers as chemical additives in concrete is effective. Acrylic dispersions for the paint industry can be used as polymer additives. Acrylic dispersions contribute to the formation of a dense concrete structure, reducing the number and size of macropores. Complex additives based on acrylic emulsion significantly increase the tensile strength in bending, adhesion to concrete structures, and frost resistance.*

**Keywords:** polymer concrete, polymer additives, acrylic dispersion, water tightness, strength, water repellent additives

УДК 691.322.7

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ФИБРОВОГО АРМИРОВАНИЯ БЕТОНОВ

**В.А. ХВАТЫНЕЦ, канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЁНОВА**  
(Полоцкий государственный университет)

*Исследованы параметры эффективного фибрового армирования бетона, используемого в строительстве и при реконструкции железобетонных сооружений. Экспериментальным методом найдено оптимальное процентное содержание отходов щелочестойкой стеклосетки относительно массы цемента и длина этой фибры. Установлено, что дисперсное армирование увеличивает прочность на сжатие и прочность на растяжение при изгибе.*

**Ключевые слова:** бетон, фибровое армирование, отходы производства стеклосетки, процентное содержание, плотность, прочность на сжатие, прочность на растяжение при изгибе.

Анализ научной литературы показал, что использование дисперсного армирования, позволяет выпускать строительные конструкции с повышенной прочностью, но меньшей массой. Кроме экономических соображений, выбор волокна обуславливается тем, какими свойствами должна обладать конструкция для соответствия заданным требованиям [1, 2]. Ранние исследования о возможности замены отходами стеклосетки других волокон в бетоне показали, что получаемый прочный бетон является перспективным строительным материалом [3, 4].

Отходами производства ОАО «Полоцкстеловолокно» являются обрезки щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100)-1800/1800 (рис. 1). Основные характеристики волокна представлены в таблице 1.



Рисунок 1. – Отходы производства щелочестойкой стеклосетки ССШ-160(100)-1800/1800

Таблица 1. – Характеристики волокна

Свойства волокна	Значение
Длина волокна, мм	20-25
Номинальная масса, г/м <sup>2</sup>	160
Разрывная нагрузка, Н	1800
Химическая устойчивость	Очень высокая
Электрическая проводимость	Очень низкая

Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены кубики размером 100х100х100мм и балочки размером 160х40х40мм. Для изготовления образцов использовались: песок, вода, портландцемент ОАО «Белорусский цементный завод» СЕМІ 42,5Н; водоцементное отношение принято В/Ц=0,4, отношение массы цемента и песка равнялось 1:3. После формования образцы-модели подвергались тепловлажностной обработке, затем были извлечены из опалубки и помещены в нормально-влажностные условия на 24 часа.

Отходы производства щелочестойкой стеклосетки включаются в бетонные образцы с целью увеличения прочности бетона на сжатие и изгиб. В ходе эксперимента поставлен двухфакторный эксперимент, в качестве параметров варьирования были приняты длина фибры (10; 20; 30мм), процент включения относительно массы цемента (5, 10, 15%). Выходными параметрами были прочность на сжатие и растяжение при изгибе. Матрица планирования и полученные результаты эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2. – Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер образцов	Длина фибры, мм	% фибры	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на растяжение при изгибе, МПа
1	10	5	29,15	6,73
2	10	10	27,83	7,52
3	10	15	23,18	7,32
4	20	5	32,18	7,10
5	20	10	24,88	7,67
6	20	15	20,90	8,60
7	30	5	26,18	7,45
8	30	10	26,79	8,62
9	30	15	22,84	9,52
10	-	-	23,78	6,73

По полученным данным построены графики зависимости прочности на сжатие и прочности на растяжение при изгибе от длины и процентного содержания фибры (рисунки 2–5). Прирост прочности показан в таблице 3.

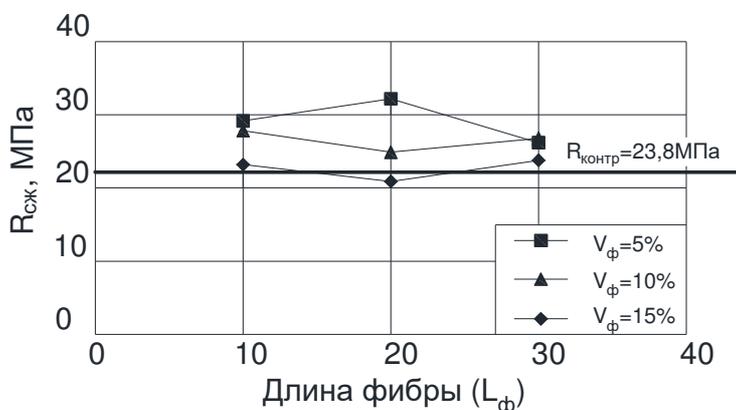


Рисунок 2. – Зависимость прочности на сжатие от длины фибры

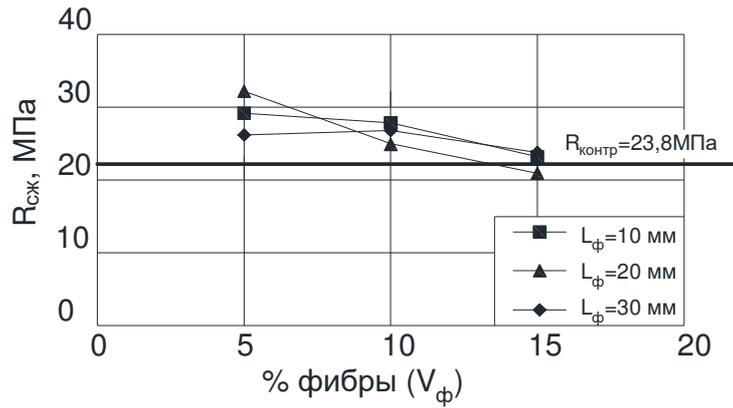


Рисунок 3. – Зависимость прочности на сжатие от процентного содержания фибры

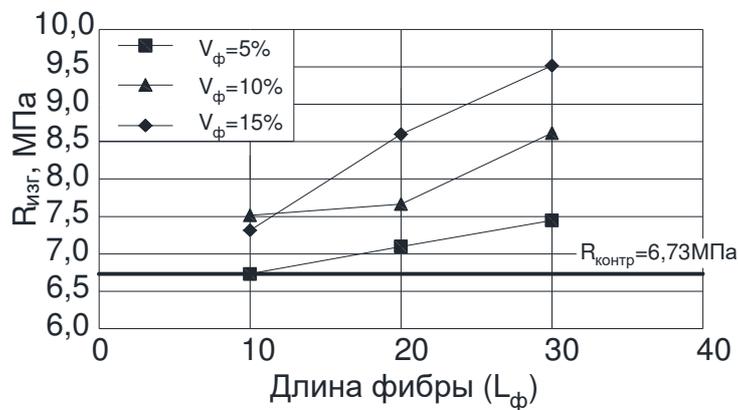


Рисунок 4. – Зависимость прочности на растяжение при изгибе от длины фибры

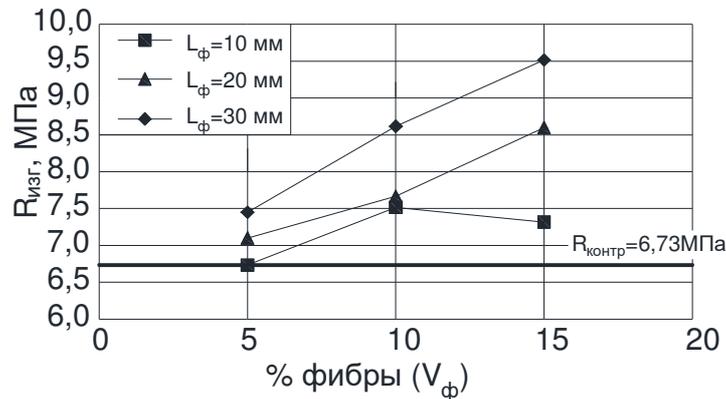


Рисунок 5. – Зависимость прочности на растяжение при изгибе от процентного содержания фибры

Зависимости прочности бетона на сжатие от различной дозировки и длины фибры свидетельствуют, что при введении отходов стеклосетки в количестве 15% от массы цемента отмечается снижение прочности бетона. При введении фибры в количестве 5 и 10% прочность бетона на сжатие – увеличивается не зависимо от длины волокон. Максимальный прирост прочности на сжатие составил 35,3%, зафиксированный у образца с добавлением 5% фибры длиной 20мм.

Практические опыты показали, что любые включения в композиционном материале являются концентраторами напряжений, но в то же время система включений способна притормаживать, а в некоторых случаях и полностью останавливать развитие трещин. В данном случае при увеличении дозировки до 15% фибра является концентратором напряжений, приводящим к разрушению материала.

Таблица 3. – Прирост прочности образцов

Номер образцов	Длина фибры, мм	% фибры	Прочность на сжатие, МПа	Прирост прочности на сжатие, %	Прочность на растяжение при изгибе, МПа	Прирост прочность на растяжение при изгибе, %
1	10	5	29,15	22,6	6,73	0
2	10	10	27,83	17,0	7,52	11,7
3	10	15	23,18	-2,5	7,32	8,8
4	20	5	32,18	35,3	7,10	5,5
5	20	10	24,88	4,6	7,67	14,0
6	20	15	20,90	-12,1	8,60	27,8
7	30	5	26,18	10,1	7,45	10,7
8	30	10	26,79	12,7	8,62	28,1
9	30	15	22,84	-4,0	9,52	41,5
10	–	–	23,78	–	6,73	–

Анализ данных показал, что введение отходов производства стеклотетки 10 мм в количестве 5% не даёт прирост прочности бетона на растяжение при изгибе. Однако, при всех остальных вариантах дисперсного армирования наблюдается прирост прочности. Максимальное увеличение прочности на растяжение при изгибе составило 41,5% при введении фибры длиной 30 мм в количестве 15% от массы цемента.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что отходы производства стеклотетки являются эффективным дисперсным армирующим элементом мелкозернистого бетона. С увеличением процентного содержания стекловолокна и длины фибры стабильно повышается прочность на растяжение при изгибе.

Максимальный прирост прочности на сжатие составил 35,3% при введении 5% фибры длиной 20мм. Максимальный прирост прочности на растяжение при изгибе составил 41,5% при введении фибры длиной 30мм в количестве 15% от массы цемента. На основе анализа результатов экспериментальных исследований осуществлена оценка эффективности влияния дисперсного армирования мелкозернистого бетона отходами производства щелочестойкой стеклотетки. Использование данного вида фибры наиболее эффективно для повышения прочности мелкозернистого бетона на растяжение при изгибе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Клюев, С.В. Дисперсно армированный стекловолокном мелкозернистый бетон / С.В. Клюев, Р.В. Лесовик // Бетон и железобетон. – 2011. – С. 4–6.
2. Юрьев, А.Г. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием техногенного песка / А.Г. Юрьев, Р.В. Лесовик, Л.А. Панченко // Бетон и железобетон. – 2006. – С. 2–3.
3. Хватынец, В.А. Тенденции в области совершенствования конструкций при проектировании и строительстве автомобильных дорог / В.А. Хватынец, Л.М. Парфёнова, Д.Н. Шабанов // Современные направления в проектировании, строительстве, ремонте и содержании транспортных сооружений : материалы II Междунар. студен. конф., Минск, 2018. – С. 51–55.
4. Хватынец, В.А. Создание высокопрочных оснований за счёт дисперсного армирования цементной матрицы / В.А. Хватынец, Е.А. Трамбицкий, Д.Н. Шабанов // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2018. – С. 56–59.
5. Корнеева, И.Г. К вопросу оптимального армирования мелкозернистого бетона базальтовыми волокнами / И.Г. Корнеева, Н.А. Емельянова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2016. – № 4 (19). – С. 122–128.
6. Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона / С.В. Московский [и др.] // Акад. вестн. УралНИИПроект РААСН. – 2016. – № 3. – С. 67–71.

#### EFFECTIVE PARAMETERS OF FIBER REINFORCEMENT OF CONCRETE

V. KHVATYNETS, L. PARFENOVA

*The work is devoted to the study of the parameters of effective fiber reinforcement of a composite material used in construction and in the reconstruction of reinforced concrete structures. The experimental cycle is associated with the study of the behavior of concrete elements dispersed-reinforced by the production of fiberglass, during compression and bending.*

**Keywords:** concrete, fiber reinforcement, fiberglass production waste, percentage, density, compressive strength, flexural tensile strength.