

Шишканова Валентина Николаевна,

канд. техн. наук, доцент кафедры «ПГСиГХ»;

Прокофьева Юлия Анатольевна

студентка,

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»,

г. Тольятти, Самарская область, Россия

САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ ФИБРОБЕТОНЫ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В данной статье проведен анализ результатов исследований зависимости фибробетона с металлической и полипропиленовой фиброй для монолитных конструкций от состава бетонной смеси, количества фиброволокна и наполнителей цемента.

Ключевые слова: самоуплотняющиеся фибробетоны; металлическая фибра; полипропиленовая фибра; микрокремнезем; гиперпластификатор.

Одним из вариантов повышения прочности и долговечности бетона является его микроармирование волокнами различных материалов.

Фиброволокно, добавленное в бетонную смесь, распределяется в ней во время перемешивания, скрепляет внутреннюю структуру цементного камня, в результате чего бетон становится более прочным, долговечным, с высокими эксплуатационными свойствами [1].

На данные показатели свойств фибробетона основное влияние оказывают характеристики качества составляющих его исходных материалов, в том числе фибры.

При этом для получения фибробетона с высокими эксплуатационными свойствами и долговечностью необходимо достичь технологичной совместимости фибры и цементного камня:

- фибра должна быть равномерно распределена в оптимальном количестве в растворной части бетона;
- фибробетонная смесь должна иметь достаточную удобоукладываемость в соответствии с технологией производства изделий и конструкций.

В работе исследовали прочностные свойства самоуплотняющегося фибробетона, используемого при возведении монолитных конструкций.

Для испытаний механических свойств в зависимости от степени армирования мелкозернистого фибробетона были отобраны металлическая и полипропиленовая фибры, как наиболее часто используемые при изготовлении монолитных конструкций.

Задача работы: исследование механических свойств мелкозернистого фибробетона с использованием металлической и полипропиленовой фибры в зависимости от степени армирования.

В качестве испытуемых были отобраны следующие материалы:

1) в качестве вяжущего:

- портландцемент завода «Мордовцемент», тип ЦЕМ I с классом прочности 42,5Б (М500-Д0);

- портландцемент завода «Азия цемент», ЦЕМ I 42,5Н;

2) в качестве заполнителя:

- мелкий песок Волжского месторождения с модулем крупности $M_{кр}=1,3$;

- крупный песок Камского месторождения с модулем крупности $M_{кр}=3,53$;

3) для дисперсного армирования бетонов применялись:

- фибра волнового профиля ФСВ-В-0,3/15 Белорусского металлургического завода в соответствии с ТУ 1221-001-71968828-2005 «Фибра из стальной проволоки для армирования бетона»;

- волокно полипропиленовое микроармирующее 12 мм, ООО «Фибраснаб», г. Екатеринбург.

Характеристики фиброволокон приведены в Таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики металлической и полипропиленовой фибры.

№ п/п	Наименование характеристики	Ед. изм.	Значение
Металлическая фибра			
1	Диаметр	мм	0,3

2	Длина	мм	15
3	Ширина шага гофры	шт	4 -5
Полипропиленовая фибра			
4	Диаметр	мкм	20-25
5	Прочность на разрыв	МПа	≥ 450
6	Модуль упругости	МПа	≥ 5100

Выбор металлического и полипропиленового фиброволокна обусловлен доступностью в России и перспективами внедрения данного материала.

Партии образцов отличались друг от друга степенью армирования фиброй.

Для определения физико-механических свойств бетона были изготовлены образцы-кубы размером 70x70x70 мм и образцы-призмы размером 40x40x160 мм.

Заполнитель, цемент и фиброволокно смешивали до получения гомогенной смеси, затворяли необходимым количеством воды и перемешивали до образования однородной массы.

До испытания в возрасте 7, 14 и 28 суток образцы выдерживали в нормальных условиях твердения.

Составы и свойства бетонной смеси приведены в Таблице 2.

Таблица 2 – Составы и свойства бетонной смеси.

№ партии	Состав бетонной смеси, кг/м ³			Вода/цемент	Средняя плотность бетона, кг/м ³	Распływ конуса, см
	Цемент, «Мордовцемент»	Песок, волжский	Фибра			
Металлическая фибра						
1	738	1025	69	0,5	2201	62
3	735	1021	34	0,5	2157	66
4	737	1024	51	0,5	2181	64
6	723	1004	84	0,5	2172	68
7	749	1040	104	0,5	2268	60
15	718	997	133	0,5	2207	78

16	716	996	166	0,5	2236	76
Полипропиленовая фибра						
2	737	1024	14	0,5	2143	50
9	744	1033	8	0,5	2157	52
10	729	1013	10	0,5	2117	56
11	728	1011	11	0,5	2114	58

Изменения предела прочности при сжатии от степени армирования металлическим фиброволокном представлены на рис. 1.

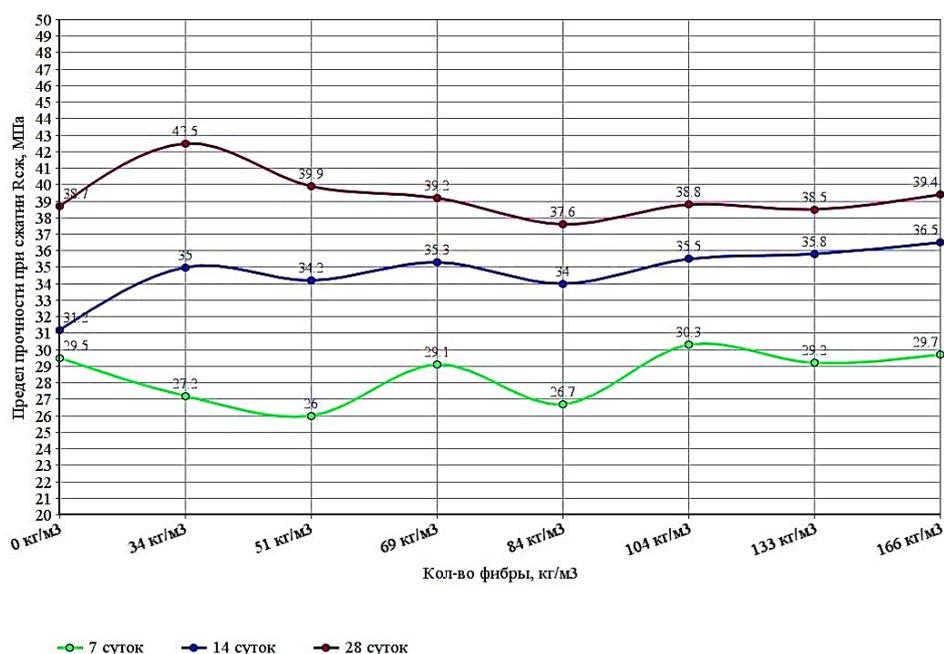


Рисунок 1 – Изменения предела прочности фибробетона при сжатии от степени армирования металлическим фиброволокном

Результаты исследований (рис. 1) показывают, что наилучшие прочностные характеристики (возраст выдержки – 28 суток) имеют образцы мелкозернистого бетона с армированием металлической фиброй в количестве 34 кг/м³. С увеличением количества фибры до 84 кг/м³ наблюдается плавное снижение прочности на 15% по сравнению с прочностью образцов с содержанием металлической фибры 34 кг/м³. При повышении армирования до 104 кг/м³ фибры и более прочность образцов фибробетона начинает возрастать, при содержании фибры в бетоне в количестве 166 кг/м³ прочность образцов фибробетона достигает 39,4 кг/м³.

Изменения предела прочности при сжатии от степени армирования полипропиленовым фиброволокном представлен на рисунке 2.

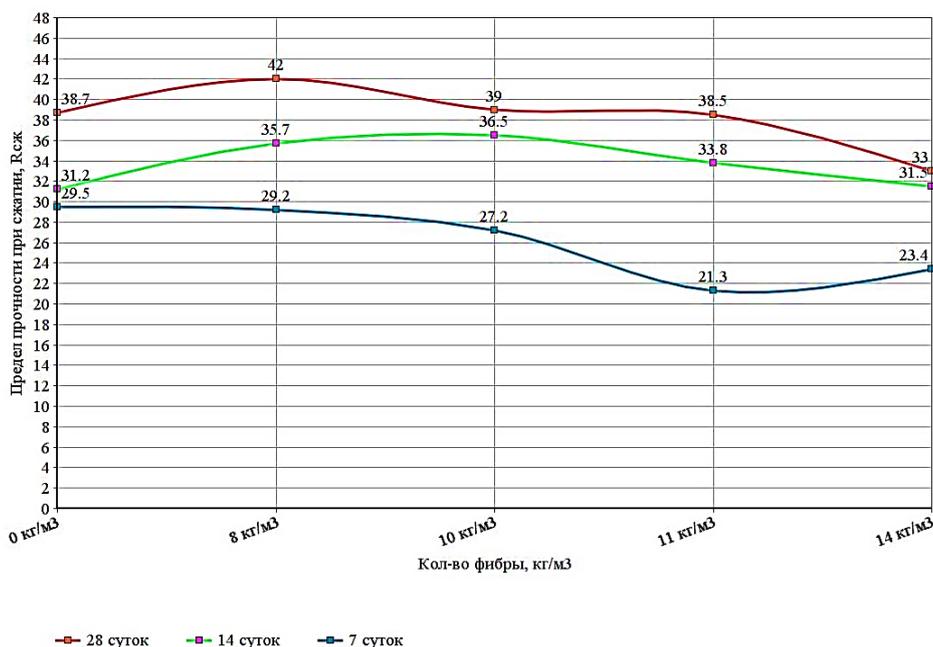


Рисунок 2 – Изменения предела прочности фибробетона при сжатии от степени армирования полипропиленовым фиброволокном

Наилучшие результаты по прочности при сжатии показывают образцы фибробетона с количеством полипропиленовой фибры 8 кг/м³. Дальнейшее увеличение армирования бетонов полипропиленовой фиброй приводит к снижению их прочности. При дозировке полипропиленовой фибры в количестве 14 кг/м³ прочность образцов фибробетона снижается на 20% по сравнению с прочностью образцов с содержанием фибры в количестве 8 кг/м³.

В данных исследованиях использовался мелкий песок Волжского месторождения с модулем крупности $M_{кр}=1,3$. С использованием металлической и полипропиленовой фибры были получены мелкозернистые фибробетоны прочностью до 42 МПа.

В современном строительстве наиболее перспективны фибробетоны, изготовленные с использованием наполнителей цемента и гиперпластификаторов.

Нами были исследованы фибробетоны с разным соотношением вяжущего и заполнителя с использованием в качестве наполнителя цемента

микрокремнезема (в количестве 30% от массы цемента) и гиперпластификатора «STACHEMENT 2280».

В экспериментах в качестве вяжущего использовался портландцемент ЦЕМ 42,5Н, в качестве заполнителя – песок Камского месторождения с модулем крупности $M_{кр}=3,53$.

Исследованы фибробетонные смеси и фибробетоны с соотношением Ц:П =1:0,67; Ц:П =1:1,43; Ц:П =1:2,0 с металлическим фиброволокном.

Все бетонные смеси имели высокую подвижность: расплыв конуса – в диапазоне 62-72 см. С увеличением количества фибры подвижность бетонной смеси, т.е. расплыв конуса, уменьшались, достигая минимальной величины. В связи с повышенным количеством цемента (соотношение Ц:П=1:0,67) бетонные смеси имели высокую подвижность – расплыв конуса до 80см, что приравнивает их к категории самоуплотняющихся. Бетонные смеси не расслаивались, отличались повышенной связностью. По типу бетона данные смеси относятся к бетонным смесям мелкозернистого бетона.

На рис. 3 показано изменение предела прочности образцов бетона на сжатие в зависимости от количества металлической фибры в бетонной смеси составов Ц: П=1:0,67, 1:1,43 и 1:2,0.

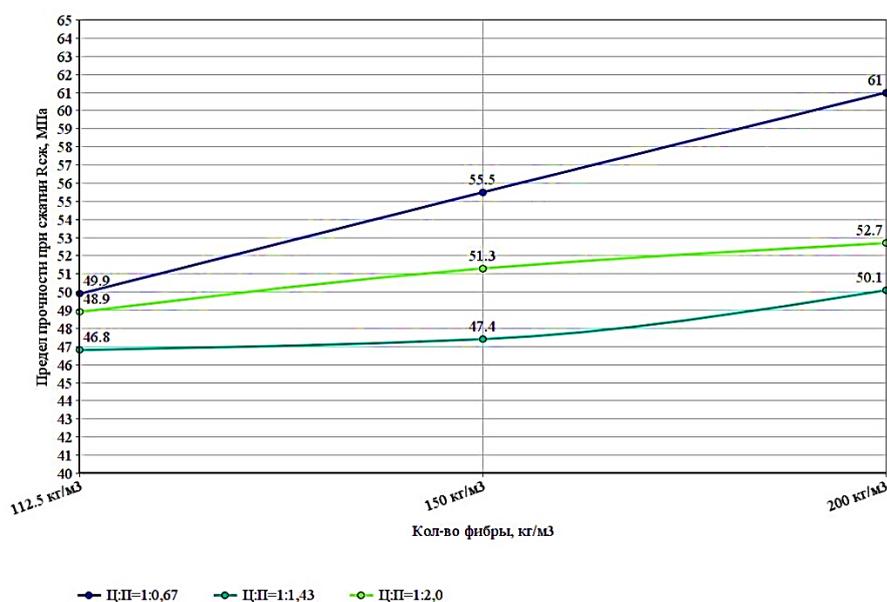


Рисунок 3 – Изменение предела прочности фибробетона при сжатии от степени армирования металлическим фиброволокном (выдержка 28 суток)

Из данных рис. 3 видно, что наибольшее значение прочности при сжатии имеют образцы бетона при содержании фибры в смеси 200 кг/м^3 , при соотношении Ц: П=1:0,67 и (Ц+МК):П=1:0,47.

Анализ результатов исследований (рис. 3) показывает, что при использовании современных наполнителей микрокремнезема и гиперпластификатора «STACHEMENT 2280» возможно получение фибробетонов с прочностью до 61 МПа (т.е. классом не ниже В45).

Так же исследованы фибробетонные смеси и фибробетоны с соотношением Ц: П =1:1,43; Ц:П =1:2,0 и полипропиленовым фиброволокном.

На рис. 4 показано изменение прочности образцов бетона на сжатие в зависимости от количества полипропиленовой фибры в бетонной смеси составов Ц: П=1:1,43 и 1:2,0.

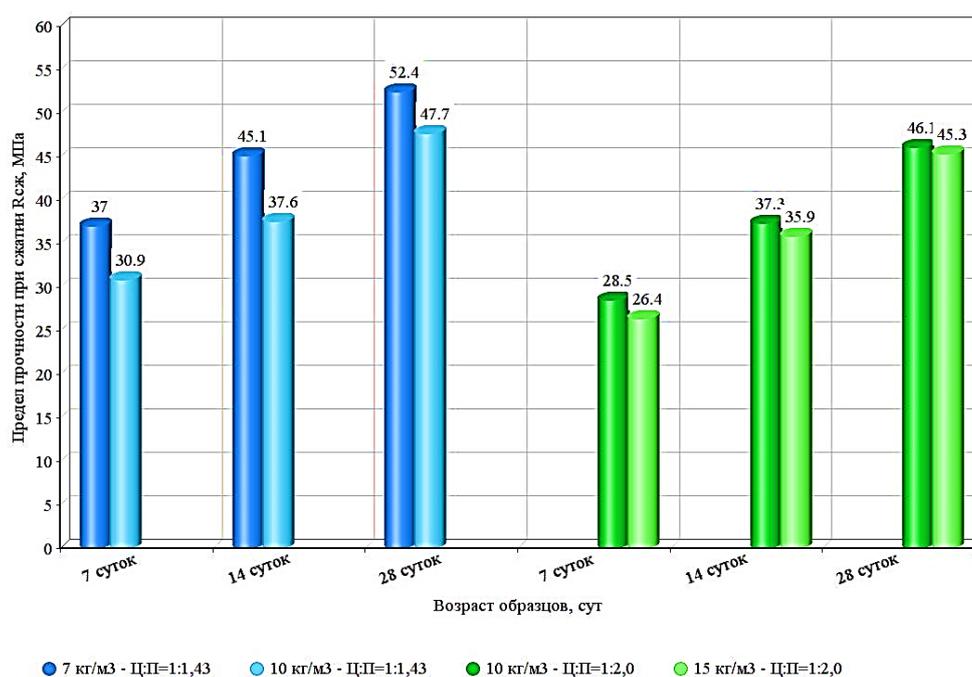


Рисунок 4 – Изменения предела прочности фибробетона при сжатии в зависимости от соотношения компонентов бетонной смеси и степени армирования полипропиленовым фиброволокном

Из данных рис. 4 видно, что наибольшее значение прочности при сжатии 52,4 МПа (возраст выдержки 28 суток) имеют образцы бетона при содержании фибры в смеси 7 кг/м^3 при соотношении Ц: П=1:1,43 и (Ц+МК):П=1:1,0.

Данные исследований показывают, что самоуплотняющиеся мелкозернистые фибробетоны для монолитных конструкций (классом не ниже В45) могут быть изготовлены из доступных в регионе материалов: цемента, природного песка, наполнителей цемента, гиперпластификаторов на основе поликарбоксилатов и металлического или пропиленового фиброволокна.

Данный фибробетон отличается повышенной удобоукладываемостью и технологичностью. При этом прочностные свойства полученного фибробетона улучшены введением в него наполнителя цемента – микрокремнезема.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998.– 768 с.*
- 2. Шишканова В.Н., Прокофьева Ю.А. Свойства и особенности фибробетонов // Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции №5 (11 марта 2018г., г. Екатеринбург). – Нижний Новгород: Инновационный центр развития образования и науки (ИЦРОН), 2018. – 91 с.*