

Исследование эффективности полимерной фибры в мелкозернистом бетоне

М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина, А.Р. Янбукова

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, Пенза

Аннотация: Исследовано влияние дозировки полипропиленовой фибры на консистенцию смеси, прочность при изгибе и сжатии, а также ударную прочность мелкозернистого бетона. Установлено, что введение фибры приводит к некоторому снижению консистенции смеси, но при этом значительно снижается водоотделение. Выявлено, что причиной снижения прочностных характеристик бетона с добавкой фибры может быть неоднородность распределения добавки в объеме материала. В связи с этим для повышения эффективности применения фибры необходимо применять способы приготовления смесей с фиброй, обеспечивающие высокую однородность распределения добавки в материале. Исследования показали, что микроармирование повышает стойкость бетона к ударному воздействию даже при недостаточно качественном перемешивании.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, пропиленовая фибра, прочность при изгибе, прочность при сжатии, ударная прочность, неоднородность.

Одним из перспективных способов повышения эксплуатационных характеристик бетонов и строительных растворов считается введение в их рецептуру полимерной микрофибры [1-3]. Использование этого материала позволяет повысить прочность при растяжении цементного камня, что обеспечивает более высокую прочность при растяжении и трещиностойкость, а также повышает другие характеристики строительных материалов на основе цемента. Рекомендуется использовать полипропиленовое волокно в технологии фибробетонов, штукатурных, кладочных и монтажных растворов, гидротехнических и ячеистых бетонов для снижения расслоения смесей, повышения водонепроницаемости, морозостойкости, коррозионной стойкости, ударной прочности, истираемости [1, 4-6].

Несмотря на значимые преимущества применения в цементных материалах полимерной микрофибры, объемы ее применения еще невелики. Возможно, это связано с достаточно высокой стоимостью фибры. Кроме того, эффективность применения фибры зависит от ее равномерного

распределения в материале. Для решения этой технологической проблемы предлагаются различные способы совмещения микроармирующего волокна с цементными композитами [3, 7-10]. В то же время имеются данные о незначительном влиянии или снижении характеристик цементных материалов с фиброй [9].

Было исследовано влияние микроармирующего полипропиленового волокна ВСМ П-6 длиной 6 мм, диаметром 20 мкм на свойства мелкозернистого бетона с соотношением цемента и заполнителя 1:3 с водоцементным отношением 0,6. Для приготовления смеси использовались цемент ЦЕМ I 42,5 и песок Сурского месторождения с $M_k = 1,51$. Смеси готовились вручную в чаше для затворения по ГОСТ 310.3-76. Предварительно приготовленная смесь цемента и песка перемешивалась с водой 2 минуты, после чего в нее в течение 4 минут при постоянном перемешивании равномерно вводилась фибра. После приготовления смеси определялась ее консистенция по расправу на встряхивающем столике в соответствии с методикой ГОСТ 310.4-81. Затем из смеси формовались образцы размером 40×40×160 мм для определения прочности при изгибе и сжатии, а также образцы цилиндрической формы с диаметром и высотой 36 мм для определения ударной прочности. Были исследованы составы с расходом фибры 1 и 2 % от массы смеси, а также контрольный бездобавочный состав, которые твердели 28 суток в воздушно-влажных условиях. Прочность при изгибе и сжатии определялась по ГОСТ 310.4-81, а ударная прочность – с помощью копра КИ. Значения энергии разрушения рассчитывались как отношение суммарной энергии разрушения к площади разрушения.

Установлено, что введение фибры приводит к снижению расплыва смеси на встряхивающем столике с 265 до 235 мм. При этом визуально отмечено заметное снижение водоотделения в смеси при увеличении

дозировки фибры, а при уплотнении смеси на виброплощадке – снижение тиксотропного разжижения в сравнении с контрольным составом.

Для оценки влияния фибры на прочность при изгибе определение этой характеристики производилось дважды для каждого образца. После испытания образцов на изгиб они склеивались в местах излома с помощью эпоксидной смолы и через сутки испытывались повторно. При повторном испытании все образцы показали более высокую прочность, а места излома образцов не совпали, что свидетельствует о корректности методики повторного испытания на изгиб. Результаты повторного испытания наряду со среднеквадратическими отклонениями результатов испытания серии образцов косвенно характеризуют неоднородность структуры исследованных составов.

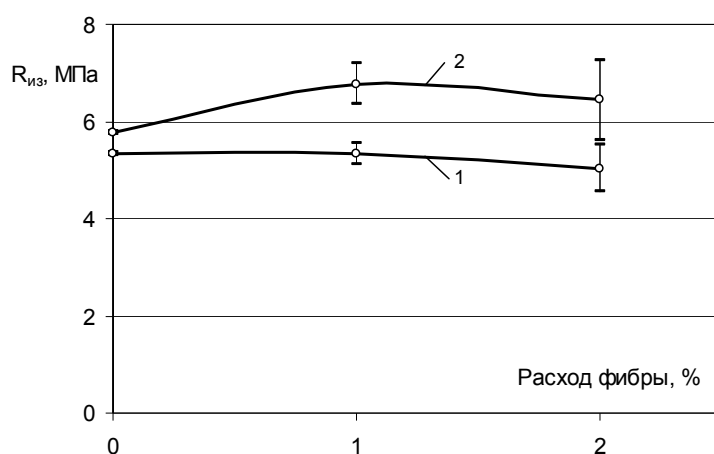


Рис. 1. Влияние расхода фибры на прочность при изгибе при первом (1) и повторном (2) испытании

Результаты первого определения прочности при изгибе (рис. 1) указывают на то, что введение фибры не повышает эту характеристику. Повторное испытание склеенных образцов показало рост прочности при изгибе при расходе фибры до 1 %. Это можно объяснить тем, что при перемешивании смесей не была получена их достаточная однородность. На поверхности излома образцов наблюдалась скомковавшаяся фибра. В пользу

гипотезы о повышении неоднородности смеси с фиброй свидетельствует увеличение разбросов значений прочности при повышении дозировки добавки. Кроме того, отмечается не только рост прочности при изгибе в повторных испытаниях, но и значительное увеличение разбросов показателей прочности. Результаты определения прочности при изгибе показывают, что для получения положительного эффекта при использовании фибры необходимо уделить особое внимание технологии приготовления однородной смеси.

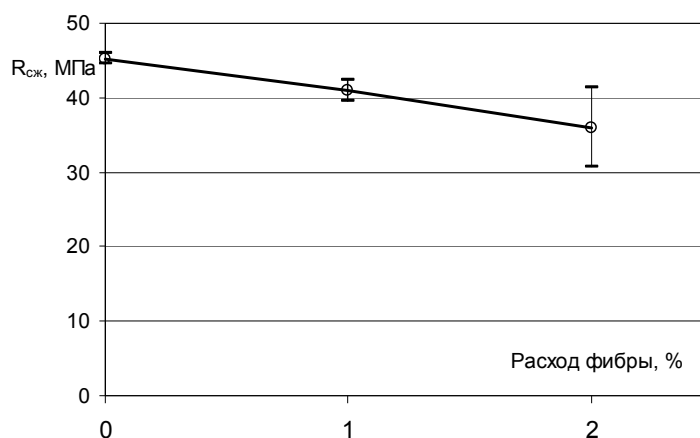


Рис. 2. Влияние дозировки фибры на прочность мелкозернистого бетона при сжатии

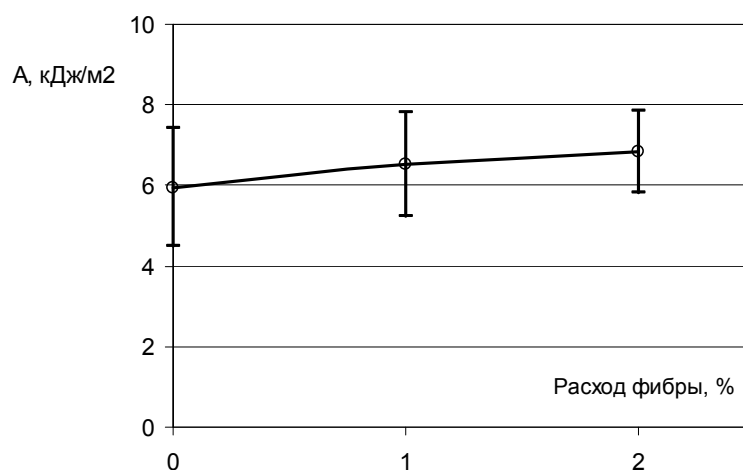


Рис. 3. Влияние дозировки фибры на энергию разрушения мелкозернистого бетона при ударном воздействии

Увеличение расхода фибры снижает прочность при сжатии и увеличивает разбросы ее значений (рис. 2), особенно при повышенной дозировке добавки, что обусловлено неоднородностью структуры мелкозернистого бетона за счет наличия комков фибры и возросшего воздухововлечения, которое проявилось в снижении плотности образцов.

Определение энергии разрушения бетона при ударном воздействии показало, что фибра эффективно демпфирует механическую энергию при ударе. На рис. 3 видно, что увеличение расхода этой добавки не только повышает ударную прочность, но и снижает разбросы ее показателей, что свидетельствует о том, что для диссипации энергии в бетоне с фиброй, в отличие от прочности при изгибе, большее значение имеет расход добавки, а не равномерность распределения ее в объеме образца.

Проведенные исследования показали, что полипропиленовая фибра может оказывать негативное влияние на свойства мелкозернистого бетона, что, вероятно, связано с получением неоднородного материала. Для эффективного использования микроармирующей фибры в качестве добавки в строительные растворы и бетоны необходимо применять способы ее введения в смесь, обеспечивающие высокую однородность распределения фибры в материале. Исследованная фибра повысила стойкость к ударному воздействию даже при недостаточно качественном перемешивании.

Литература

1. Ключев С.В., Лесовик Р.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон с использованием полипропиленового волокна // Бетон и железобетон. 2011. №3. С. 7-9.
2. Kamal M.M., Safan M.A., Etman Z.A., Kasem B.M. Mechanical properties of self-compacted fiber concrete mixes // HBRC Journal. 2014. Vol. 10, Issue 1. pp. 25-34.

3. Pothisiri T., Soklin C. Effects of Mixing Sequence of Polypropylene Fibers on Spalling Resistance of Normal Strength Concrete // Engineering Journal. 2014. Vol. 18, No. 3. pp. 55-64.

4. Низина Т.А., Балыков А.С., Сарайкин А.С. Экспериментальные исследования дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2015. № 4. С. 91-95.

5. Ерошкина Н.А., Саденко С.М., Чамурлиев М.Ю. Коровкин М.О. Влияния полимерной фибры на механические свойства геополимерного раствора // Инженерный вестник Дона, 2017, №1 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4050.

6. Перфилов В.А., Котляревская А.В., Канавец У.В. Влияние микроармирующих волокон и пластифицирующих добавок на свойства мелкозернистых бетонов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2016. № 44-2 (63). С. 111-118.

7. Мирошниченко К.К., Савицкий Н.В. Технология приготовления высококачественного безусадочного фибробетона высокой подвижности в условиях строительной площадки для устройства подливки под конструкции и технологическое оборудование // Вісник ПДАБА. 2011. №11-12. С. 73-78.

8. Емельянова И.А., Шевченко В.И. Моделирование процесса перемешивания бетонной смеси с полипропиленовой фиброй // Технологии бетонов. 2014. № 3. С. 36-38.

9. Белова Т.К. Приготовление в турбулентном смесителе цементного раствора, дисперсно-армированного модифицированной микрофиброй // Вестник МГСУ. 2016. №3. С. 47-58.

10. Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н. Разработка эффективных составов фибробетона для подземного строительства //



Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL:
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1995.

References

1. Klyuev S.V., Lesovik R.V. Beton i zhelezobeton. 2011. №3. pp. 7-9.
2. Kamal M.M., Safan M.A., Etman Z.A., Kasem B.M. HBRC Journal. 2014. Vol. 10, Issue 1. pp. 25-34.
3. Pothisiri T., Soklin C. Engineering Journal. 2014. Vol. 18, No. 3. pp. 55-64.
4. Nizina T.A., Balykov A.S., Saraykin A.S. Akademicheskij vestnik UralNIIproekt RAASN. 2015. № 4. pp. 91-95.
5. Eroshkina N.A., Sadenko S.M., Chamurlijev M. Yu. Korovkin M.O. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4050.
6. Perfilov V.A., Kotlyarevskaya A.V., Kanavets U.V. Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura. 2016. № 44-2 (63). pp. 111-118.
7. Miroshnichenko K.K., Savitskiy N.V. Visnik PDABA. 2011. №11-12. pp. 73-78.
8. Emel'yanova I.A., Shevchenko V.I. Tekhnologii betonov. 2014. № 3. pp. 36-38.
9. Belova T.K. Vestnik MGSU. 2016. №3. pp. 47-58.
10. Stradanchenko S.G., Pleshko M.S., Armejskov V.N. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/1995.