

УДК 666.97+691.32

## МИКРОАРМИРОВАНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА

Милькина А.С. аспирант гр. АТТС-28, 2 курс  
Научный руководитель: Лесовик В.С., доктор техн. наук, профессор  
Белгородский государственный технологический университет  
им. В.Г. Шухова  
г. Белгород

В настоящее время, бетон продолжает быть основным строительным материалом. Для решения сложных технологических задач и возведения инженерных сооружений XXI века, применяются бетоны нового поколения с высокими технологическими и эксплуатационными свойствами. Бетоны нового поколения – это бетоны с высокими эксплуатационными свойствами, а именно высокой плотности с новым структурно-топологическим строением и составом, который обеспечивает низкий удельный расход цемента и высокую удельную прочность [1].

При строительстве различных жилых зданий и ответственных объектов серьезные требования предъявляются к надежности строительных конструкций, материалом для которых является высокопрочный бетон. Высокопрочный бетон, возможно, получать различными способами, чаще всего при управлении качеством высокопрочных цементных бетонов используют двухкомпонентную модель, включающую каркас из заполнителя и матрицу из цементного камня. В таком случае большую роль обеспечения качества несет цементный камень, благодаря введению в бетонную смесь водоредуцирующих и микроармирующих добавок [2].

Микроармирование – добавление в бетонную смесь армирующих волокон – фибры, придаст дополнительную прочность на сжатие и изгиб, так же это поможет избежать пластические и усадочных растресканий, различных деформаций или отслоения поверхности. В отличие от простого армирования, микроармирование решает задачи упрочнения по всему объему бетонного слоя или покрытия [3].

При введении ВСМ (волокно строительное микроармирующее) в бетонную смесь возникает эффект микроармирования – гибкие волокна, длина которых значительно превышает размеры их поперечного сечения и мельчайших частиц вяжущего, способны искривляться под действием поверхностных сил, развивающихся в бетонных смесях при перемешивании компонентов.

Фибра, равномерно распределяется в бетоне, формируя трехмерную силовую структуру, которая позволяет выдерживать разносторонние растягивающие усилия и препятствует раскрытию микротрещин, образующихся под действием различных нагрузок и влажности, а также

сдерживает расширение поверхностных трещин, возникших при пластической усадке. Таким образом, применение фибробетона обеспечивает высокую эффективность его использования в строительных конструкциях [4].

Микроармированные бетонные смеси характеризуются повышенной агрегативной устойчивостью и кинетикой пластической прочности. На поверхности микроармирующих волокон закономерно формируется структура бетонной смеси, способность которой к накоплению дефектов в виде трещин ограничивается геометрическими параметрами и количеством фибры, соответственно снижается возможность усадки при структурообразовании композитов [7,8].

Существует несколько видов фибры, отличающихся не только сырьем, из которой она состоит (металлическая, полипропиленовая, базальтовая и др.), но и рекомендуемой сферой применения и при выборе фибры необходимо это учитывать. По сырью фибру различают: из стекла, стали, асбеста, базальта, полипропилена (рис.1).



Рисунок 1 – виды фиброволокна

Стальное волокно обладает хорошей морозоустойчивостью, поэтому его чаще используют для монолитных сооружений. Однако вес такой фибры, по сравнению с аналогами, значительно выше. Стальная фибра изготавливается из стального проката либо из проволоки катанки и представляет собой, как правило, стальные полоски различной формы.

Щелочестойкое стекловолокно (стеклофибра) – искусственное волокно, изготавливаемое из неорганического стекла, посредством его расплава. Условно разделяются на две большие группы: Е-стекло – самые распространенные, общего назначения и ВМП – высокомодульное стекло повышенной прочности. Стекловолокно обладает высокой упругостью,

благодаря чему становится возможным изготовление бетонных изделий сложной формы [10].

Базальтовая фибра отличается высокой ударопрочностью, она обладает высокой стойкостью к агрессивным средам, не подвержена коррозии и не теряет свои качества. Этот материал обычно используют для оснований, на которые приходится повышенная нагрузка.

Одним из перспективных способов повышения эксплуатационных характеристик бетонов и строительных растворов считается введение в их рецептуру полимерной микрофибры [9]. Применение 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. Полипропиленовые волокна, представляют собой полипропиленовую нить, нарезанную на короткие волокна (от 10 до 20 мм), отличаются малым весом, устойчивостью к химически агрессивным веществам, перепадам температур. Кроме этого полипропилен не проводит электричество, поэтому этот материал считается оптимальным как для стяжки теплого пола, так и для стандартного выравнивающего покрытия. Бетоны с применением полипропиленовыми волокнами широко используется в гидроизоляции, таких как отстойники, водосливы, где особенно важна повышенная устойчивость к проникновению химических загрязнений. В настоящее время полипропиленовые волокна используются в конструкционном бетоне для морских укреплений и водохранилищ, а также в сборном бетоне, плитах перекрытий, в разнообразных стяжках и штукатурных работах [5,6].

К преимуществам бетона с полипропиленовой фиброй относят:

- снижение трещинообразования в процессе твердения бетона и некоторое снижение микропластической усадки;
- устойчивость к замерзанию/оттаиванию;
- повышенное сопротивление удару;
- устойчивость к истиранию;
- увеличение вибрационной стойкости; повышение огнестойкости;
- повышение устойчивости к проникновению воды.

Высокие темпы строительства жилых и промышленных зданий с новыми и уникальными архитектурными формами и особенно специальных особо нагруженных сооружений потребовали разработки новых эффективных бетонов. Смысл этих новых подходов заключается в обеспечении строительства малообъемными отделочными материалами и изделиями высокой прочности, которые могли бы снизить вес здания или сооружения, не уменьшая их конструктивной жесткости, устойчивости и долговечности.

Подобные цели достигаются сейчас, прежде всего, многокомпонентностью структур искусственных каменных материалов и изделий.

**Список литературы:**

1. Кудяков А.И., Симакова А.С., Ефремова В.А. Повышение качества высокопрочных бетонов микроармированием цементного камня // В сборнике: Инвестиции, строительство и недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики Материалы Пятой Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 частях. под редакцией Т.Ю. Овсянниковой. 2015. С. 308-311.
2. Касторных Л.И., Измалков Д.В. Микроармирование высокоподвижных смесей для бетононасосной технологии // В сборнике: Перспективы развития строительного материаловедения Материалы Международной научно-технической конференции. Министерство образования и науки Российской Федерации; Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет). 2013. С. 134-137.
3. Клюев С.В., Лесовик В.С., Клюев А.В., Бондаренко Д.О. К вопросу применения нескольких видов фибр для дисперсно-армированных бетонов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 81-83.
4. Толстой А.Д., Новиков К.Ю. Совершенствование структуры и свойств порошковых бетонов на техногенном сырье // Строительство: наука и образование. 2017. Т. 7. № 2 (23). С. 31-37.
5. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: АСВ, 2006.
6. Алфимова Н.И., Ковальченко О.В., Калатози В.В. Мелкозернистые бетоны и композиционные вяжущие на техногенном сырье. Saarbrucken, 2017.
7. Сулейманова Л.А., Лесовик Р.В., Глаголев Е.С., Сопин Д.М. Высококачественные бетоны на техногенном сырье для ответственных изделий и конструкций // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2008. № 4. С. 34-37.
8. Бабаев В.Б., Строкова В.В., Нелюбова В.В. Базальтовое волокно как компонент для микроармирования цементных композитов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 58-61.
9. Бабаев В.Б., Строкова В.В., Нелюбова В.В., Савгир Н.Л. К вопросу о щелочестойкости базальтовой фибры в цементной системе // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 63-66.
10. Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., Янбукова А.Р. Исследование эффективности полимерной фибры в мелкозернистом бетоне // Инженерный вестник Дона. 2017. Т. 45. № 2 (45). С. 129.