

УДК 691.5

**МОДИФИЦИРОВАНИЕ БЕТОНА МИКРОФИБРОЙ. ВИДЫ ФИБРОВЛОКОН.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИБРОБЕТОНОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Бабенко О.А.¹

магистрант

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Донской государственный технический университет»
Россия, Шахты*

Аннотация.

В статье рассматривается эффективность использования фибробетона и виды фиброволокон, применяющих для армирования бетонов. Описаны области применения конструкций в строительстве с использованием фибры.

Ключевые слова: фибробетон, фиброволокно, строительство, виды фибры, армирование фиброй, дисперсное армирование, прочность, трещиностойкость.

**MODIFICATION OF CONCRETE WITH MICROFIBRA. TYPES OF FIBROUS
FIBRA. USE OF FIBROCONCRETE IN CONSTRUCTION**

Babenko O.A.

Master's student

*Institute of Service and Entrepreneurship (branch) of the Federal State Budgetary
Educational Institution of Higher Education "Don State Technical University"
Russia, Shakhty*

Abstract

The article discusses the effectiveness of the use of fiber concrete and the types of fiber fibers used for concrete reinforcement. The fields of application of structures in construction using fiber are described.

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМИ ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

Keywords: fiber concrete, fiberglass, construction, types of fiber, fiber reinforcement, dispersed reinforcement, strength, and crack resistance.

В условиях современного строительства не обойтись без использования новых технологий и усовершенствования строительных материалов. Особую роль, при возведении любых объектов строительства, играет бетон.

В соответствии с ГОСТ 26633-15, бетон – это «Искусственный камневидный строительный материал, получаемый в результате формования и твердения рационально подобранной и уплотненной бетонной смеси» [2]. Бетон представляет собой композиционный материал на основе цемента, песка, воды и щебня. Цемент, как связующий элемент, обеспечивает формирование монолитной и высокопрочной структуры бетона. Песок служит наполнителем, а щебень способствует повышению прочностных характеристик и устойчивости к механическим нагрузкам.

В последние десятилетия наблюдается тенденция к улучшению физико-технических свойств строительных материалов, обусловленная необходимостью обеспечения требуемого уровня безопасности и долговечности зданий и сооружений.

Анализ цементных бетонов показывает, что они обладают высокой прочностью на сжатие, однако характеризуются относительно низкими показателями прочности на растяжение и изгиб по сравнению с материалами природного происхождения. Тем не менее, благодаря простоте применения и относительно низкой стоимости, бетон остается одним из наиболее востребованных материалов в строительстве. В связи с этим актуальной задачей является повышение его прочностных характеристик, а также оптимизация затрат на производство и эксплуатацию.

«В 1977 г. Постановлением Совета Министров СССР №2 “О некоторых мерах по повышению технического уровня производства железобетонных конструкций и более эффективному использованию их в строительстве” было Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

рекомендовано усилить внимание к работам по созданию более эффективных железобетонных конструкций, в том числе за счет применения новых видов армирования, включая дисперсное армирование с применением высокопрочных волокон. Этим же вопросам было посвящено постановление Президиума Центрального правления НТО строительной индустрии от 22 марта 1979 г. “О развитии работ по созданию и внедрению конструкций промышленных зданий и сооружений с применением фибробетона”» [5].

Фибробетон, представляющий собой разновидность традиционного бетона с добавлением волокон (стальных, стеклянных или синтетических), является перспективным материалом для изготовления высокопрочных конструкций.

Обладание фибробетоном такими характеристиками, как жаростойкость, трещиностойкость, высокой прочностью на растяжение, морозостойкостью и низкой хрупкостью, оказывает влияние на его срок службы, делая его долговечным, а также делает строительство более экономичным [4].

Эти свойства делают фибробетон особенно эффективным для применения в условиях динамических нагрузок, что особенно важно при возведении фундаментов под оборудование, строительстве дорог, тоннелей и других объектов.

В промышленном и гражданском строительстве фибробетон находит широкое применение в качестве армирующего материала для ограждающих конструкций, перекрытий, полов, стен и перегородок. Его использование позволяет повысить технико-экономическую эффективность строительных проектов за счет улучшения эксплуатационных характеристик.

«Из недостатков фибробетона можно отметить его большую стоимость, по сравнению с обычным бетоном, который требует высоких затрат на его производство» [3].

Фибробетон классифицируется в зависимости от типа вводимых волокон, что позволяет различать его в соответствии с требуемыми эксплуатационными

характеристиками. На сегодняшний день бетоны армируют фиброволокнами следующего вида:

1. Стальная фибра представляет собой армирующие элементы, изготовленные из стальных полос или проволоки. Форма и сечение волокон могут варьироваться, включая круглые, треугольные, прямоугольные и другие конфигурации, с размерами от 0,2 до 1,6 мм в поперечном сечении и длиной от 5 до 160 мм. В зависимости от технологии производства, волокна могут иметь дугообразную или прямую форму.

Процесс изготовления стальной фибры включает в себя несколько методов, таких как резка стальной проволоки, рубка фольги или стального листа, фрезеровка специальных заготовок и формование из жидкого расплава стали. Для повышения адгезии фибры с бетонной матрицей могут применяться дополнительные методы обработки, включая скручивание, изгиб, придание волнистой или зигзагообразной формы, нанесение зазубрин и наплавление округлых выступов.

Модуль упругости стальной фибры значительно превышает модуль упругости бетона, что делает её эффективным армирующим элементом с точки зрения соотношения стоимости и прочностных характеристик. Сталефибробетон, получаемый путем введения стальной фибры в бетонную смесь в оптимальной пропорции, представляет собой композитный материал с улучшенными эксплуатационными свойствами.

Стальная фибра способствует: повышению трещиностойкости, ударной прочности, износостойкости и морозостойкости бетона, а также снижению усадки и трудозатрат на строительные работы.

2. Стеклоанная фибра

Стеклоанная фибра представляет собой волокно, получаемое посредством высокотемпературного плавления смеси кварцевого песка и специальных добавок. Процесс происходит при температуре свыше 1200-1400°C, что обеспечивает получение расплава высокой чистоты и однородности. Жидкий

Дневник науки | www.dnevniknauki.ru | СМН ЭЛ № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

расплав затем заливается в жаростойкие формы с отверстиями на дне, через которые он вытекает, образуя длинные тонкие нити. Эти нити подвергаются последующей резке на отрезки заданной длины. Обычные бесщелочные волокна подвержены коррозии в щелочной среде при твердении бетона, поэтому для армирования бетонных конструкций используется щелочестойкое стекловолокно, обладающее повышенной химической устойчивостью.

Стекланная фибра способствует: значительному снижению склонности к образованию трещин, уменьшению величины деформаций усадки и повышению морозостойкости, ударной вязкости и водонепроницаемости бетонной матрицы.

3. Базальтовая фибра

Базальтовая фибра представляет собой волокно, производимое из природных материалов вулканического происхождения. Процесс получения фибры включает высокотемпературное плавление базальта, последующее волокнообразование и резку на короткие отрезки. Базальтовое волокно характеризуется высокой механической прочностью и упругостью, что делает его эффективным армирующим материалом для бетона. Модуль упругости базальтофибробетона значительно превосходит аналогичный показатель традиционного бетона, что свидетельствует о его высокой устойчивости к упругим деформациям. Низкая плотность базальтового волокна способствует облегчению конструкций и снижению затрат на строительство. Толщина волокон варьируется в диапазоне 10-12 мкм, а высокая удельная поверхность сцепления с цементной матрицей (до 100000 м/кг) обеспечивает эффективное распределение нагрузок и повышение прочности бетона.

Базальтовая фибра способствует: повышению ударной прочности в 5 раз, увеличению стойкости к растрескиванию, улучшению прочности на изгиб и растяжение, повышению коррозионной устойчивости, морозостойкости, а также снижению величины усадки.

4. Полипропиленовая фибра

Полипропиленовая фибра представляет собой микроармирующий компонент, получаемый методом экструзии из гранул чистого полипропилена. Процесс производства включает в себя нагрев волокон до определенной температуры и нанесение специального замасливающего состава, обеспечивающего адгезию фибры с цементным раствором. Длина волокон варьируется от 6 до 40 мм, что позволяет эффективно распределять их в бетонной смеси, предотвращая образование микротрещин и внутренних дефектов.

Введение полипропиленовой фибры в бетонную смесь на стадии замешивания осуществляется в дозировке от 0,6 до 1,2 кг/м³. Это способствует снижению усадки при затвердевании, увеличению прочности материала и повышению его долговечности. Полипропиленовая фибра широко применяется в строительстве промышленных полов, железобетонных конструкций, дорожных покрытий, аэродромных плит и внутренних штукатурных работ.

«Полипропиленовые волокна считаются экономичными за счёт уменьшения параметров сечения. Многие опыты замены данного материала показали, что это новый более прочный и лёгкий композит с высокой вязкостью разрушения является очень многообещающим» [1].

Полипропиленовая фибра способствует: предотвращению образования трещин и повреждений, повышению устойчивости к химическим воздействиям, увеличению прочности, снижению деформации при нагрузке, улучшению влагостойкости и увеличению срока службы.

5. Акриловые волокна

Акриловые волокна, также известные как полиакрилонитрильные волокна, производятся путем переработки каменного угля, природного газа или нефти. Исходным материалом для их получения является акрилонитрил, который подвергается полимеризации с образованием полиакрилонитрила. Из полиакрилонитрила формируются волокна, проходящие через многоступенчатую технологическую подготовку, включающую вытягивание, промывку, засмаливание, гофрирование и сушку.

Благодаря технологии мокрого прядения, сечения акриловых волокон могут принимать форму фасоли или гороха, а их поверхность характеризуется шероховатостью. Эти особенности способствуют улучшению адгезионных свойств волокон с цементным раствором и обеспечивают их равномерное распределение в бетонной смеси.

Полипропиленовая фибра способствует: высокой адгезии с цементным раствором, увеличению модуля упругости до 10000-11000 МПа, повышенной разрывной прочности до 800 МПа, устойчивости к воздействию агрессивных сред и предотвращению образования комков при перемешивании раствора.

Вывод: для полного или частичного сокращения объемов арматурных работ, в последнее время, используется дисперсное армирование бетона. В связи с этим улучшаются физико-химические характеристики бетона, при добавлении фибры, он приобретает следующие полезные свойства: прочность, влагостойкость, ударостойкость, износостойкость и долговечность. За счет этого увеличивается межремонтный ресурс и повышается безопасность зданий и сооружений под действием различных воздействий.

Библиографический список

1. Ведищев К.А., Полторан Я.Е. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций / К.А. Ведищев, Я.Е. Полторан // Научно-практический электронный журнал Аллея науки. – 2017. - №15, том 4, С. 422-425. – URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/Collection_of_journals/111Noyabr%20TOM%204.pdf?x49186 (дата обращения 18.08.2025).
2. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2016. – 25 с.
3. Ключев С. В. Фибробетон и изделия на его основе / С.В. Ключев // Международный научно-исследовательский журнал. — 2015. — № 03 (34).
- URL: [https://alley-](https://alley-science.ru/domains_data/files/Collection_of_journals/111Noyabr%20TOM%204.pdf?x49186)

science.ru/domains_data/files/3December/FIBROBETON%20DLYa%20POKRUTIIY%20AVTOMOBILNYH%20DOROG.pdf (дата обращения 18.08.2025).

4. Полторан Я.Е., Ведищев К.А. Использование фибробетона для монолитного строительства в сейсмоопасных регионах / Я.Е. Полторан, К.А. Ведищев // Научно-практический электронный журнал Аллея науки. – 2017. - №15, том 1, С. 360-363. - URL: https://alley-science.ru/domains_data/files/Collection_of_journals/12Tom%20pervyy%20Noyabr.pdf?x49186 (дата обращения 18.08.2025).
5. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: Монография – М.: Издательство АСВ, 2004. – 9 с.

Оригинальность 76%