

*Саранчук И.А.*

*Студент кафедры «Механическое оборудование» Белгородский  
государственный университет имени В.Г. Шухова Россия, г. Белгород*

*Чуев К.В.*

*Студент кафедры «Механическое оборудование» Белгородский  
государственный университет имени В.Г. Шухова Россия, г. Белгород*

*Панищева И.А.*

*Студентка кафедры «Механическое оборудование» Белгородский  
государственный университет имени В.Г. Шухова Россия, г. Белгород*

### **НАЗНАЧЕНИЕ СТАЛЕФИБРОБЕТОНА**

В данной статье рассмотрены положительные и отрицательные характеристики бетонов. Авторами наглядно показывает преимущества сталефибробетона над другими видами материала. На основе проведенного исследования автором было выявлено, что сталефибробетон является новейшим и наилучшим материалом своего рода.

*Ключевые слова:* бетоны, материал, свойства бетонов, фибробетон, фибры, свойство, железобетон, стальной волос, дно Северного моря, тоннель Хеггура.

**I.A. Saranchuk**

**Student of the department "Mechanical equipment" Belgorod State  
University named after V.G. Shukhova Russia, Belgorod**

*K.V. Chuev*

*Чуев К.В.*

**Student of the department "Mechanical equipment" Belgorod State  
University named after V.G. Shukhova Russia, Belgorod**

**I.A. Panischeva**

*Student of the department "Mechanical equipment" Belgorod State University  
named after V.G. Shukhova Russia, Belgorod*

There are positive and negative characteristics in the article. The authors clearly demonstrate the advantages of steel fiber-reinforced concrete over other types of material. On the basis of the research carried out by the author, it was revealed that steelfibre concrete is the newest and best material of its kind.

**Key words:** concrete, material, properties of concrete, fiber-reinforced concrete, fiber, property, reinforced concrete, steel hair, the bottom of the North Sea, the Heggur tunnel.

Уже не одно тысячелетие человечество использует в своей практике искусственные каменные материалы, получившие название – бетоны. Этот материал, обладая большой прочностью на сжатие, имел, тем не менее, и существенные недостатки – низкую прочность на растяжение и образование при застывании усадочных трещин. Возникают многочисленные технологические проблемы по работе с бетоном на стадии строительства: пыль, образование пластической усадки и оседания, негативное действие отрицательных температур на раннем этапе твердения. Дальнейшая эксплуатация строительного объекта выявляет другие отрицательные свойства бетонов: слабая устойчивость к циклическим процессам замерзания и оттаивания (морозостойкость), низкая ударная прочность, подверженность истиранию, процессы насыщения водой и химическими веществами.

Фибробетон, в свою очередь, представляет собой композитный материал, состоящий из бетонной смеси и введенных в нее фибр. После затвердевания смеси образуется композит, в котором фибры надежно связаны с бетоном

благодаря возникающим силам адгезии, шпоночного зацепления или заанкеривания концов фибр. Совместная работа бетона и фибр при действии сжимающих или растягивающих напряжений обеспечивает прочность, значительно превышающую прочность неармированного бетона. Многие ученые называют главным свойством фибробетона его вязкость и прочность при осевом растяжении и изгибе; последняя, в частности, превосходит в 15 – 20 раз прочность обычного бетона.

Актуальность продолжения исследований данного направления в настоящее время является очевидной. Современное возведение строительных объектов обязывает задействовать новые виды бетонов, отвечающих ряду повышенных эксплуатационных свойств, таких как высокая прочность на растяжение и сжатие, трещиностойкость, морозостойкость, коррозионная стойкость, долговечность и так далее [1 – 8].

Несмотря на огромное разнообразие существующих фибр, имеющих самый широкий спектр свойств и характеристик, влияющих на конечные свойства и характеристики фибробетонов, практика показала, что только стальная фибра обеспечивает необходимый набор показателей. Сталефибробетон является композитным материалом, в котором в бетонную матрицу специально подобранного состава вводится определённое количество стального волокна – фибры. Это позволяет сократить расход арматуры в железобетонных конструкциях или исключить её полностью.

Сталефибробетон рекомендуется для изготовления конструкций, в которых наиболее эффективно могут быть использованы следующие его технические преимущества по сравнению с традиционным железобетоном :

- повышенные трещиностойкость, ударная прочность, вязкость разрушения, износостойкость, морозостойкость.
- пониженные усадка и ползучесть.

- возможность использования более эффективных конструктивных решений, чем при обычном армировании, например тонкостенных конструкций, конструкций без стержней или сетчатой распределённой и поперечной арматуры.
- значительное снижение трудозатрат на арматурные работы, повышение степени механизации производства железобетонных конструкций, например в сборных тонкостенных оболочках, ребристых плитах покрытий и перекрытий, сборных колоннах, балках, монолитных днищах ёмкостных сооружений, дорожных и аэродромных покрытиях, монолитных и сборочных полах промышленных и общественных зданий.
- возможность применения новых, более производительных приёмов формирования армированных конструкций, например, торкретирование.

Первые упоминания об идее усилить хрупкий бетон с помощью «стального волоса» зафиксированы в конце 19 – начале 20 века. Однако только спустя полвека с момента ее появления интерес к данной идее возобновился, выйдя на другой, более высокий, уровень: было предложено ввести в бетон фибры, дисперсно - расположенные в объеме материала. Так сформировалось понятие – композиционный материал на основе бетонной (цементной) матрицы. Первые попытки армирования бетона стальными волокнами осуществил француз Жан Луи Ламбо. В 1855 г. он изготовил лодку длиной 3,5 м из цементного раствора, армированного несколькими слоями стальной тканой сетки.

Так как сталь обладает модулем упругости более чем в 5 раз превышающим модуль упругости бетона, то при условии обеспечения необходимой степени анкеровки фибр в бетоне, происходит полное использование прочности стальных фибр, которые вносят наибольший вклад в работу композита как на стадии, предшествующей образованию трещин. Однако необходимо отметить, что имеющий ряд недостатков сталефибробетона ограничивает его использование в строительстве [9 – 15]. К

ним относится: ограниченность применения конструкций из сталефибробетона в агрессивных средах вследствие низкой химической стойкости стальных фибр; технологические проблемы по выпуску товарного бетона, перекачке, укладке и формованию сталефибробетонных смесей (комкование), возникающие по причине низкой гибкости стальных фибр и малой удельной поверхности сцепления фибр с бетоном-матрицей, выпускаемых по номенклатуре толщиной 0,1 – 0,2 мм; крайне сжатые сроки по перемешиванию и вибрированию формируемых изделий, превышение которых приводит к осадению стальной фибры в бетонной смеси, и как следствие – к неравномерному армированию конструкции по объему. Для повышения прочности сцепления стальных фибр с бетоном увеличивают их степень заанкеривания путем создания на концах специальных анкеров или отгибов, а также фибрам придают волнообразную форму, что, в конечном счете, ведет к удорожанию процесса производства стальной фибры.

Учитывая вышеперечисленные технические характеристики фибробетона, этот материал стал популярным на рынке. Он применяется в конструкциях, на которые оказывается сильное давление со стороны окружающей среды. Эти конструкции могут быть как промышленного, так и бытового характера. Каждый исходный материал имеет свою сферу применения. Стальной фибробетон чаще всего применяется:

- шпалы, фундамент, мостовое покрытие, берегозащитные полосы;
- полы, тоннели;
- дороги, полосы для взлета и посадки на аэродромах, тротуары;
- тротуарная плитка, бордюрный материал;
- каркас конструкции, монолитные сооружения;
- каналы для водоотвода, шахты колодцев под канализацию, плотины, водоочистные системы;
- фибробетонные полы.

Применение стальных фибр показало высокую эффективность для изготовления фибробетонных изделий и конструкций. Необходимо сказать о признании сталефибробетона такими развитыми странами как США, Великобритания, Германия, Австралия, Франция, которыми доказана технико-экономическая эффективность данного материала. Например, в Северной Америке сталефибробетон нашел свое применение при возведении морских нефтеперерабатывающих плотин и платформ, дорожно-транспортном строительстве, а также при устройстве полов промышленных зданий. Норвежскими фирмами «Alfanor» и «Norcem Cement» были изготовлены опытные партии труб диаметром 800 мм для отвода промышленных и сточных вод. Также, в городе Осло конструкции перегонных тоннелей возведены из сталефибробетона, в этой же стране возведение газопроводного тоннеля над дном Северного моря и тоннеля Хеггура не обошлось без применения армирования бетона стальной фиброй. К этому же числу относятся железнодорожные тоннели Канады, тоннели метрополитена в Гамбурге и Лионе. В Германии Австралии сталефибробетон используется для устройства дорожных покрытий и тротуаров с интенсивным движением людей и транспорта, полов промышленных предприятий.

В заключение хочу сказать, что сталефибробетонные изделия не перестают доказывать свою пользу и необходимость в применении в строительстве по всему миру. Материал с такими физическими свойствами и качествами целесообразно было бы активно разрабатывать, продвигать и эксплуатировать с двойным усилием по сравнению с использованием уже давно устаревшего бетона.

### **Список литературы**

1. Ключев С.В., Дураченко А.В. О применении синтетической фибры для дисперсного армирования бетонов // Материалы Международной «Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №12. 2017  
[Alley-science.ru](http://Alley-science.ru)

- научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова» (24-26 марта 2015 г., г. Грозный). В 2-х томах. Т.1. Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2015. С. 324 – 328.
2. Клюев С.В., Гафарова Н.Е. Фибробетон для монолитного строительства в условиях Крыма // В сборнике: интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 49 – 53.
  3. Клюев С.В., Клюев А.В., Кузик Е.С. Аддитивные технологии в строительной индустрии // В сборнике: интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. 2016. С. 54 – 58.
  4. Клюев С.В., Клюев А.В. Пределы идентификации природных и инженерных систем // Фундаментальные исследования. 2007. №12-2. С. 366 – 367.
  5. Клюев С.В. Особенности формирования фибробетонных композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015 . №5. С. 32 – 35.
  6. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. № 11. С. 38 – 39.
  7. Клюев С.В. Применение композиционных вяжущих для производства фибробетонов // Технологии бетонов. 2012. №1 – 2. С. 56 – 58.
  8. Клюев С.В., Авилова Е.Н. Бетон для строительства оснований автомобильных дорог на основе сланцевого щебня // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 38 – 41.

9. Ключев С.В. Основы конструктивной организации природных и искусственных материалов // Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии: сб. студ. докл. Международного конгресса: В 2 ч. Ч. 1. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2003. С. 161 – 163.
10. Ключев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Технологии бетонов. 2012. №5 – 6. С. 33 – 35.
11. Ключев С.В., Е.Н. Авилова. Мелкозернистый фибробетон с использованием полипропиленового волокна для покрытия автомобильных дорог // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. № 1. С. 37 – 40.
12. Ключев С.В. Высокопрочный мелкозернистый фибробетон на техногенном сырье и композиционных вяжущих с использованием нанодисперсного порошка // Бетон и железобетон. 2014. №4. С. 14 – 16.
13. Ключев С.В. Ползучесть и деформативность дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 4. С. 85 – 87.
14. Юрьев А.Г., Ключев С.В., Ключев А.В. Устойчивость равновесия в природе и технике // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2007. № 3. С. 60 – 61.
15. Uvarov V.A., Klyuev S.V., Orekhova T.N., Klyuev A.V., Sheremet E.O., Durachenko A. V. The Counterflow Mixer for Receiving the Disperse Reinforced Composites // Research Journal of Applied Sciences. 2014. 9: 1211-1215.