

УДК 666.97

**ФИБРОБЕТОН ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА****Гафарова Н.Е.***ФБГОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,  
Белгород, e-mail: gafarovanina9@gmail.com*

В данной статье рассматриваются перспективы монолитного строительства, с применением фибробетона. Приводятся основные характеристики монолитного строительства. Также необходимые условия для исключения рисков возникновения дефектов и для повышения эксплуатационных характеристик. На первый план выходит монолитность конструкции и как следствие увеличение прочности, сейсмостойкости. Увеличения объема зданий построенных с применением монолитных технологий говорит о прогрессивности и актуальности данного строительства в нашей стране. Наряду с прогрессом фибробетон становится одним из самых востребованных строительных материалов. Рассматривается сочетание характеристик фибробетона и монолитного строительства. А также возможности их применения. Дисперсноармированный бетон является исключительным благодаря высоким характеристикам. Возможности его применения обширны от малоэтажных зданий до высотных. Дома построенные с применением фибробетона в монолитном строительстве способны выдержать высокую сейсмическую нагрузку.

**Ключевые слова:** фибробетон, монолитное строительство, фибра, сейсмостойкое строительство**FIBER-REINFORCED CONCRETE FOR MONOLITHIC CONSTRUCTION****Gafarova N.E.***Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Belgorod,  
e-mail: gafarovanina9@gmail.com*

This article discusses the prospects of monolithic construction with the use of fiber-reinforced concrete. Given the main characteristics of monolithic construction, also necessary conditions for eliminating the risk of defects and to improve performance. In the foreground, appear the monolithic design and as a consequence increase strength, seismoacoustic. Increase the amount of buildings built using monolithic technology shows the progressiveness and relevance of this construction in our country. Along with the progress fiber concrete is becoming one of the most popular building materials. Examines the combined characteristics of fiber-reinforced concrete and monolithic construction, as well as their application. Dispersion concrete is exceptional due to the high performance. Its application is extensive, from low-rise to high-rise buildings. The house is built with the use of fiber reinforced concrete in monolithic construction is able to withstand high seismic loads.

**Keywords:** fiber concrete, monolithic construction, fiber, earthquake-resistant construction

Первые упоминания о монолитном строительстве появляются в древнем Египте в период начала глобального строительства пирамид. Уходя своими истоками в древние цивилизации, монолитное строительство начало распространяться не так давно. Рынок монолитного строительства является прогрессивным благодаря активному развитию и распространению инновационных технологий.

Монолитное строительство позволяет расширить границы привычного представления о форме сооружений, наряду с другими строительными материалами. Имеет место снижение себестоимости строительства на фоне хороших технических показателей.

При монолитном строительстве необходимо учесть условия строительства, чтобы минимизировать риски ухудшения свойств бетона. Выбор опалубки, состав бетона и прочее непосредственно влияет на уровень недостатков.

Маневренность, подвижность, простота – основные характеристики монолитного строительства. Меньшие сроки возведения соору-

жений, отсутствие необходимости внедрения тяжелой техники – преимущества в сравнении с каменными кладками и сборными конструкциями. Особое применение монолитное строительство находит в регионах с неоднородной почвой и сложным рельефом, так как нагрузка на фундамент минимальная за счет легкости конструкции [1–7].

В данном виде строительства, как и в любом другом, находят и преимущества и недостатки. Наличие положительных качеств подавляет минусы монолитного строительства. На первый план выходит монолитность конструкции и как следствие увеличение прочности, сейсмостойкости. Устойчивость к динамическим нагрузкам по сравнению с сооружениями из каменной кладки является неоспоримым преимуществом. Время возведения зданий данным виде строительства сводится к минимуму.

Благодаря целостности сооружений, отсутствию швов повышается тепло- и звукоизоляция. Немаловажным качеством является простота и легкость отделки зданий. Особенностью является устройства допол-

нительной вентиляции, во избежание высокой влажности внутри сооружения, также необходимость в специальном оборудовании (бетононасос и др.) и возведении дополнительных строительных лесов.

Томас Эдисон первый, запатентовавший монолитное строительство в начале 20-го века, дал новый толчок данному виду строительства. Продвижение монолитного строительства нашло применение в промышленных странах. В период второй мировой войны интерес к монолитному строительству затух. Начал набирать свои обороты в 50-е года 20-го века.

Облегченные конструкции монолитных сооружений, приблизительно, на 1/3 в сравнении с кирпичными, обуславливают меньший расход материалов для фундаментов, что в свою очередь снижает стоимость постройки [8–14].

Особенные, уникальные свойства монолитного строительства, возможно, увеличить благодаря высоким характеристикам фибробетона.

Фибробетон можно определить как композиционный материал, особопрочный вид бетона с однородно распределенными армирующими волокнами.

Армирующие волокна или фибра позволяют повысить целостность структуры материала. Фибра представляет собой армирующий материал с различными параметрами и текстурами.

Различают: металлические, стеклянные, натуральные и синтетические волокна. От типа волокон зависят физико-механические характеристики бетона. Растрескивание, усадка – основные проблемы бетона, фибра позволяет избежать данные недостатки.

Благодаря армирующим волокнам увеличивается стойкость к истиранию [14–16].

Важным является количество фибры в бетоне, так как ее избыток может привести к снижению прочности, поэтому фибра добавляется в бетонную смесь в процентном соотношении от общей массы исходных материалов, приблизительно в диапазоне 0,1–3%.

Чаще всего модуль упругости армирующего волокна выше чем матрица бетона, что позволяет повышать предел прочности, в частности на изгиб.

Полипропиленовые, нейлоновые волокна имеют невысокий модуль упругости, соответственно они не гарантируют качественное повышение прочности бетона. Фиброволокна работают на поглощение энергии. Большую прочность бетону придают металлические и стеклянные волокна.

Так же лучшая передача напряжения от матрицы к фибре напрямую зависит

от поверхностной связи или сцепления бетона и армирующего волокна. Объемное количество армирующего волокна в бетоне непосредственно влияют на прочность, ударную вязкость, прочность на изгиб.

Излишки фибры способны вызвать сегрегацию бетона и армирующего волокна. Распределение волоком фибры в матрице бетона случайным образом, уменьшает риск трещинообразования и усадки.

Стойкость фибробетона к перепадам температур позволяет возводить здания в различных регионах не ссылаясь на климатические условия, так как фибробетон является морозо- и влагостойким. На фоне всего фибробетон обладает меньшим весом чем обычный армированный бетон, что снижает вес конструкции и соответственно нагрузку на фундамент [17–18].

Стойкость к атмосферным воздействиям, к температурам и влаге, характеризуют фибробетон для монолитного строительства.

Многообразие видов фибры делает применение фибробетона обширным. Так чаще всего бетон с использованием полипропиленовой фибры применяют для строительства гидросооружений, благодаря тому, что не подвержена коррозии. Наливные полы, растворы для фасадов, морские сооружения и т.д. характерны для данного вида бетона.

Базальтовая фибра характеризуется долговечностью, термостойкостью, стойкостью к многим внешним воздействиям и, что немаловажно, экологичностью.

Физико-механические характеристики бетона с применением базальтовой фибры достаточно высокие: долговечность, проточность на растяжение, низкий уровень ползучести под статической нагрузкой, термостойкость, высокая трещиностойкость и т.д.

Стекловолокно так же обширно применяется при изготовлении фибробетона. Повышает его технические и эксплуатационные характеристики, позволяет снизить стоимость бетона [19–22].

Особенно эффективной является стальная фибра. Сталефибробетон обладает большой прочностью на изгиб и на сжатие. Наблюдается высокая ударостойкость и низкая хрупкость. Что является следствием того, что металлические волокна повышают сопротивление бетона во всех направлениях.

Рост прочности на сжатие является небольшим так как, в местах растяжения происходит отрыв элементарных частиц бетона, появляющихся по периферии зоны воздействия сил действующих на образец.

При растяжении сталефибробетона появляется сопротивление матрицы бетона и волокон фибры, что затрудняет разрыв элементарных объектов бетона, за счет

чего значительно увеличивается прочность на осевое растяжение и изгиб. Из чего вытекает высокая ударостойкость и трещиностойкость.

Различные функциональные и технические характеристики фибробетона можно получить за счет использования техногенного сырья в качестве добавок или в составе композиционного вяжущего [23–25].

Строительство в сейсмоопасных районах с учетом инерционных сил является сейсмостойким строительством или антисейсмическим строительством. Здания и сооружения возводимые в районах подверженных землетрясению подвергаются особым требованиям.

В нашей стране размер или интенсивность землетрясений подвергается оценке по общепринятой шкале MSK-64 (шкала Медведева-Шпонхойера-Карника). При показании меньше IV по данной шкале применение антисейсмических операций не актуально.

При строительстве в сейсмоопасных районах большую роль играет вид грунта. Более благоприятным для строительства является скальный грунт, отличающийся своей прочностью. Менее надежные просадочные грунты, места осыпей, оползней – неблагоприятны, а зачастую не пригодны для строительства. Если в таких районах все-таки осуществляется строительство, то прибегают к дополнительным мерам усиления конструкции, что значительно повышает ее стоимость.

Главным образом стойкость здания при динамических нагрузках обусловлена местом строительства (грунты, породы, подземные воды), разработкой рациональных конструктивных схем постройки, обеспечением повышенной прочности несущих конструкций, что в свою очередь позволяет возникать пластическим деформациям в конструктивных узлах и элементах, повышающих сопротивление зданий инерционным силам.

Качество строительных материалов играет немаловажную роль в повышении сейсмостойкости.

Важными функциями сейсмостойких зданий является отсутствие серьезных разрушений построек или его отдельных частей и сооружений, способных привести к гибели и повреждению людей. Так же важным является возможность продолжения эксплуатации после устронения поврежденных сооружений.

Соблюдение определенных правил необходимо при проектировании зданий для строительства в сейсмоопасных районах:

1. Распределение массы и жесткости сооружения должно быть симметрично от-

носительно главных осей, в ином случае может возникнуть скопление усилий на отдельных конструкциях.

2. Сооружения должны быть несложных архитектурных форм без пристроек, с симметричными лестничными клетками.

3. Очень крупные сооружения могут делиться на отдельные, каждое из которых будет иметь свой антисейсмический шов.

4. Несущие конструкции должны быть монолитные.

5. Уменьшение количества стыков и расположение их вне зоны максимальных усилий.

6. Уменьшение веса здания и конструкций.

Для строительства сейсмостойких зданий существует несколько основных схем: жесткая и гибкая конструктивные схемы.

Первая состоит из вертикальных диафрагм. Которые при динамических нагрузках работают на сдвиг, что содействует затуханию колебаний.

Гибкая конструктивная схема состоит из вертикальных элементов, работающих на изгиб, что снижает инерционную нагрузку на сооружение.

Оценка сейсмостойкости здания носит очень приближенный характер, что учитывается конструктивными нормами. Примером является ограничение высоты зданий (так здания из кирпичной кладки не должны превышать 4 этаже при V баллах по шкале MSK-64, если сейсмостойкие нагрузки выше, то 2 этажей). Так необходимым является введение железобетонных поясов.

Важным фактором является то, что высота и площадь зданий из наиболее надежных конструкций и материалов, так как монолитные конструкции из фибробетона, нормами не ограничиваются.

Здания построенные по технологии монолитного строительства с применением фибробетона являются сейсмостойкими, что несомненно, главное преимущество.

Полуостров Крым в настоящее время становится одним из самых перспективных и развивающихся районов нашей страны.

Так как особенности строительства зависят от региона и его особенностей: рельеф, климат и т.д. Крым является наиболее перспективным для применения технологии монолитного строительства из фибробетона.

Полуостров Крым находится в зоне субтропического климата, из-за чего строительство сопровождается рядом трудностей: горный ландшафт, частые негативные природные явления, сейсмическая активность.

Интервал пикового ускорения грунта находится в пределах 0,8–2,4 м/с<sup>2</sup>. Последствия такой силы землетрясения обширны:

обвалы и оползни, разрушение зданий, трещины в почве до 1 м, искривление ж/д путей.

Районы с наибольшей плотностью населения совпадают с наиболее сейсмоопасными районами. Поэтому необходимость в сейсмоустойчивости зданий возрастает в разы.

Высокую устойчивость зданиям придает заложение монолитного фундамента. Дома построенные с применением фибробетона в монолитном строительстве способны выдержать высокую сейсмическую нагрузку. Проблема влажного переменчивого климата решается высокой скоростью строительства. Монолитное строительство позволяет возводить многоуровневые здания, что необходимо при наличии горного рельефа, при всем этом качество и характеристики сооружений остаются высокими.

#### Список литературы

1. Клюев С.В. Высокопрочный мелкозернистый фибробетон на техногенном сырье и композиционных вяжущих с использованием нанодисперсного порошка // Бетон и железобетон. – 2014. – №4. – С. 14–16.
2. Клюев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Технологии бетонов. – 2012. – № 5 – 6. С. 33–35.
3. Клюев С.В., Клюев А.В. Исследование физико-механических свойств композиционных вяжущих // Успехи современной науки. – 2015. – №1. – С. 21 – 24.
4. Клюев С.В., Клюев А.В. Техногенное сырье – эффективный наполнитель для фибробетонов // Успехи современной науки. – 2015. – №1. – С. 33 – 35.
5. Клюев С.В., Гурьянов Ю.В. Внешнее армирование изгибаемых фибробетонных изделий углеволокном // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – №1(36). – С. 21 – 26.
6. Клюев С.В. Ползучесть и деформативность дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 85 – 87.
7. Клюев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. Фиброармированные композиты на техногенном сырье // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 19; №1. – С. 34 – 36.
8. Клюев С.В. Усиление и восстановление конструкций с использованием композитов на основе углеволокна // Бетон и железобетон. – 2012. – №3. – С. 23 – 26.
9. Клюев С.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. Монолитный фибробетон для полов промышленных зданий // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 19; №1. – С. 29 – 32.
10. Клюев С.В. Разработка дисперсно-армированного мелкозернистого бетона на основе техногенного песка и композиционного вяжущего // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – Т. 11; Ч.2. – С. 27 – 29.
11. Клюев С.В. Высококачественный фибробетон для монолитного строительства // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – Т. 11; Ч.2. – С. 29 – 32.
12. Клюев С.В. Экспериментальные исследования фибробетонных конструкций с различными видами фибр // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – Т. 2; Ч.1. – С. 39 – 44.
13. Клюев С.В. Особенности формирования фибробетонных композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2015. – №5. – С. 32 – 35.
14. Клюев С.В. Фибробетон и изделия на его основе // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – Т. 3; Ч.1. – С. 70 – 73.
15. Клюев С.В., Дураченко А.В. О применении синтетической фибры для дисперсного армирования бетонов // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГНТУ 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.
16. Клюев С.В., Гафарова Н.Е. Фибробетон для монолитного строительства в условиях крима // 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.
17. Клюев С.В., Клюев А.В., Кузик Е.С. Аддитивные технологии в строительной индустрии // 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.
18. Данилов А.М., Гарькина И.А., Клюев С.В. Принципы проектирования строительных материалов для агропромышленного комплекса // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 2; № 10. – С. 150 – 155.
19. Клюев А.В., Нетребенко А.В., Дураченко А.В., Пикалова Е.К. К вопросу применения техногенных песков для производства мелкозернистого фибробетона // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 19; №1. – С. 32 – 34.
20. Клюев А.В. Усиление изгибаемых конструкций композитами на основе углеволокна // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 3. – С. 38 – 41.
21. Клюев А.В. Дисперсно-армированный мелкозернистый бетон на техногенном песке КМА для изгибаемых изделий: автореф. дис. ... к.т.н. – Белгород, 2012. – 24 с.
22. Клюев А.В. Свойства бетонной матрицы при дисперсном армировании фибрами / А.В. Клюев, А.В. Нетребенко, А.В. Дураченко // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 16; №2. – С. 96 – 99.
23. Клюев А.В. Ориентация и распределение фибр в цементной матрице / А.В. Клюев, А.В. Нетребенко, А.В. Дураченко // Сборник научных трудов Sworld. – 2014. – Т. 16; №2. – С. 99 – 102.
24. Клюев С.В., Клюев А.В. Оптимальное проектирование строительных конструкций на основе эволюционных и генетических алгоритмов: монография. Germany, 2011. – 128 с.
25. Клюев С.В., Клюев А.В. Оптимальное проектирование стержневой пространственной конструкции // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2007. – №1 (7). – С. 17 – 22.