



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ г. Мытищи за 2018–2019 гг.

(г. Москва, 4–7 марта 2019 г.)

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

ISBN 978-5-7264-1990-9

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2019

УДК 62+378
ББК 38+74.48
Д54

Д54 **Дни студенческой науки** [Электронный ресурс] сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ г. Мытищи за 2018–2019 гг. (г. Москва, 4–7 марта 2019 г.) / М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. – Электрон. дан. и прогр. (3,8 Мб). – Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. – Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskayadeyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> – Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-5-7264-1990-9

В сборнике содержатся доклады участников научно-технической конференции «Дни студенческой науки» по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ г. Мытищи за 2018–2019 учебный год, проведенной в марте 2019 года, по направлениям и секциям: «Технология, организация и управление в строительстве», «Архитектура и конструкции зданий и сооружений».

Проведение ежегодных научно-технических конференций НИРС ставит своей целью способствовать активному участию студентов и магистрантов в научных работах кафедр и исследовательских подразделений в течение всего периода обучения в университете.

Научное электронное издание

*Доклады публикуются в авторской редакции.
Авторы опубликованных докладов несут ответственность
за достоверность приведенных в них сведений.*

© Национальный исследовательский
Московский государственный
строительный университет, 2019

Ответственный за выпуск *А.В. Алексанин*

Филиал НИУ МГСУ г. Мытищи
(МФ НИУ МГСУ)
Сайт: www.mgsu.ru
<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/MF/>
Тел. 8 (495) 287-49-14
E-mail: umzmf@mgsu.ru

Компьютерная верстка *А.В. Алексанина*

Для создания электронного издания использовано:
Microsoft Word 2013, ПО Adobe Acrobat

Подписано к использованию 12.07.2019 г. Объем данных 3,8 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет»
129337, г. Москва, Ярославское ш., д. 26

Издательство МИСИ – МГСУ
Тел.: + 7 (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ».....	6
Потанин И.А. СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ.....	6
Смирнова Ю.Н. ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ.....	10
Зенкин Д.С., Разуваев П.А. АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	14
Шентяпина Е.С. АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ СТАДИОНОВ.....	18
Приходько А.В., Казаков Е.А. АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	22
Простотина Л.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ.....	26
Чурсина А.А., Синдеев А.С. СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЗМА ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА	31
Начарова А.Н. ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА	35
Аремчук Е.А. АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИБКОГО БЕТОНА	40
Куркина Е.А. ВЫСОКОПРОЧНЫЕ И СВЕРХПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ	46
Сорокина Т.В. НАНОТЕХНОЛОГИИ В БЕТОНЕ	51
Зайцева В.А. ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ БЕТОНЫ.....	56
Федорович А.С. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА ПРИ СЖАТИИ, РАСТЯЖЕНИИ И ИЗГИБЕ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ.....	61
Шведов В.В. СОПОСТАВЛЕНИЕ ПОЛНЫХ ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА НА ОБРАЗЦАХ-ПРИЗМАХ И ОБРАЗЦАХ-ЦИЛИНДРАХ.....	67

Федорович А.С. О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ТОРГОВ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ РФ.....	73
СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА И КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ».....	81
Бухтоярова Я.С. ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ ЗДАНИЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА	81
Сорокина Т.В. МОНТАЖ МЯГКОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ КУПОЛЬНОЙ ФОРМЫ	85
Шентяпина Е.С. КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В 20-21 ВЕКЕ.....	90
Плиев С.Б. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ	95
Хадеев А.П. ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИЕ ВКЛАДЫШИ FURANFLEX. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ВВЕДЕНИЕ К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ	100
Куркина Е.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОГОДОЗАЩИТНОГО СЛОЯ КОНСТРУКЦИИ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ.....	104

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

*Потанин И.А., студент 3 курса, 3 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Актуальность исследования: на сегодняшний день существует потребность в возведении современных бюджетных жилых объектов в сжатые сроки. Развитие технологий современного панельного домостроения может способствовать решению этой задачи.

Цель: выявить особенности строительства современных панельных зданий.

Задача: выполнить сравнение и анализ технологий возведения панельных зданий современного типа с технологиями возведения панельных зданий в 70-х годах XX-го века.

Материалы и методы: методом выполнения работы является анализ, а материалом для анализа являются литературные источники и проектная документация.

ВВЕДЕНИЕ

Панельное строительство – это возведение жилых, общественных и административных зданий посредством использования крупных железобетонных панелей и плит заводского производства. В панельном домостроении применяются как однослойные панели, то есть обычный армированный бетонный элемент, так и панели прогрессивного типа, то есть, к примеру, трёхслойные железобетонные плиты, где первый слой – железобетон, второй слой – утеплитель, третий слой – железобетон (наиболее часто применяются в строительстве гражданских зданий).

Здания, возводимые из железобетонных панелей, подразделяют на сооружения с каркасом и без него. К бескаркасным зданиям относится крупнопанельное строение. Бескаркасная жёсткость здания обеспечивается его несущим остовом, состоящим из поэтажно смонтированных поперечных и продольных стен – панелей, связанных между собой и с панелями перекрытий в единую жесткую систему. Каркасные здания представляют собой систему, где несущую роль играет железобетонный каркас здания в виде колонн и горизонтальных элементов, а панели в данном случае играют роль ограждающих конструкций, которые крепятся непосредственно к элементам каркаса [1-5].

Существуют необходимые условия для строительства домов из железобетонных панелей:

- подведение дорожных путей с возможностью проезда тяжёлой спецтехники для доставки панельных конструкций, которые весят до девяти тонн;
- крановое оборудование предъявляет особые требования по ширине подъездных путей;
- одновременное возведение крупных жилых комплексов, в связи с чем строительные площадки имеют протяжённые размеры.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Сравним возведение современных панельных гражданских зданий и панельное домостроение 70-х годов XX века. Для этого рассмотрим типовые проекты панельных домов серии П-44 и проекты современного панельного строительства гражданских зданий компанией ГК «ПИК» серии ПИК-1 [6]. Панельное строительство разного времени имеет ряд схожих особенностей, а именно:

- требуется выполнять массовое строительство домов на территории, которая позволяет продать жилье по цене, перекрывающей стоимость работ по сооружению панелей из железобетона;

- требуется наличие серьезной энергетической базы и энергетических ресурсов, используемых в производстве;

- для работы с панелями требуется мощное крановое оборудование, так как вес одной панели составляет около десяти тонн;

- для строительства современных гражданских зданий всё также применяют трёхслойные железобетонные панели заводского изготовления;

- панельный метод строительства не требует работы с бетоном непосредственно на стройплощадке;

- для соединения монтажных петель используют в основном сварку, особенно в современном панельном домостроении;

- общей особенностью является и технология возведения, что позволяет сдавать сразу полностью отделанные и застеклённые квартиры;

- комплексная панельная застройка представляет собой квартал, как единое пространство для жизни (в пешей доступности от домов предусмотрены все необходимые удобства). В настоящее время преобладает следующий принцип строительства: дворы без машин, комплексное благоустройство, огороженные придомовые территории.

- панельное строительство воспроизводило и воспроизводит типизацию построек. Например, в СССР существовали следующие серии домов: 1-447, К-7, П-32, 1-335, 1-510; в настоящее время используются типовые серии домов: 349/01, ГМС-1, И-155-Б, ИП-46С, ТА-714-001.

Ниже представлена сравнительная таблица с плюсами и минусами возведения панельных зданий.

Табл. 1. Плюсы и минусы панельных зданий

Современное строительство (серия «ПИК-1»)	70-е года XX века (серия П-44)
Планировка свободная настолько, насколько это возможно в панельном жилье	Планировка спроектирована так, что ее невозможно изменить – большинство стен является несущими
Уровень звукоизоляции намного лучше домов 70-х годов XX века из-за увеличения толщины панели	Низкий уровень звукоизоляции, чрезмерно высокий показатель слышимости
Хорошая теплоизоляция (инновационные теплоизоляционные материалы, а также передовая технология стыковки внешних панелей)	Плохая теплоизоляция (небольшая толщина панелей, некачественно заделанные стыки между ними);
На застройку уходит наименьшее количество времени по сравнению с кирпичными и монолитными способами возведения	То же
Наиболее доступная стоимость жилья, за счет низкой себестоимости материалов и небольших затрат энергии и труда	То же
Проектный срок эксплуатации 40-50 лет (реальный срок службы может быть до 1,5 раз больше проектного)	То же
Первичный ремонт не требует приложения особых усилий (панель имеет гладкую и ровную текстуру)	То же

Помимо большого количества схожих особенностей имеются и некоторые различия, в частности в технологии производства ограждающих панелей. В настоящее время применяются четыре основных метода производства, и каждый из них является конкурентоспособным. Современная номенклатура железобетонных изделий насчитывает более 1000 наименований, для каждого из которых подходит свой способ производства.

1. Агрегатно-поточная технология представляет собой формование железобетонных изделий в металлических формах и перемещение их с помощью агрегатов поточным методом. Прогрев осуществляется в щелевых или ямных камерах.

2. Технология индивидуальных столов-подъемников базируется на формировании ЖБИ на специальных неподвижных столах (металлических плитах с бортоснасткой из ламинированной фанеры) и прогреве изделий с помощью механизма вертикального подъема.

3. Карусельная технология – это использование форм, которые передвигаются от одной точки технологического процесса к другой по роликовым опорам.

4. Кассеты вертикального формования – это листы из металла, подвешенные с помощью роликов на раму. Перемещаются они с помощью гидроцилиндров. Одна кассета может служить формой сразу для нескольких изделий.

Дальше приведена сравнительная таблица по технологии производства и транспортировке железобетонных панелей, применяемых в 70-е года XX века и компанией ГК «ПИК» в настоящее время.

Табл. 2. Технология производства, транспортировка и монтаж железобетонных панелей

Серия ПИК-1	Серия П-44
На металлическую поверхность формовочного стола укладывается полимерная матрица, что не даёт затекать бетону между фасадными плитками	Бетон заливается прямо на металлическую поверхность формовочного стола, на котором была уложена фасадная плитка
На бетоносмесительном узле за процессом приготовления бетонной смеси постоянно следит оператор	То же
В качестве утеплителя используется современная минеральная вата, изготовленная из базальта	В качестве утеплителя в СССР использовали стекловату и связующие её фенольные смолы
Панельное изделие сушится в специальной камере при температуре около 60 °С	То же
При монтаже окон проём окна оклеивают изоляционной лентой, которая не даёт строительной пене соприкасаться с бетоном	В 70-х годах такую изоляционную ленту не применяли
Для транспортировки ж/б панелей используют специальные машины-панелевозы – «инлоудеры», способные самостоятельно разгружать кассеты с панелями	В СССР такие панелевозы использовались редко, в основном стеновые панели погружали и разгружали с помощью специальных захватных устройств
Панели перевозят почти в вертикальном положении, под небольшим углом, максимум 8-10 градусов	То же
Монтаж стеновых панелей осуществляется с помощью крана	То же
Вымерка панели происходит относительно геодезических рисков, а вертикальность её установки производится отвесом;	То же
В современных промышленных домах никаких стыков на фасаде не будет заметно (отклонения от проектного положения 2-3 мм).	В советских домах 70-х годов стыки между панелями были огромными (их требовалось неоднократно герметизировать).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении, можно сделать вывод, что общие принципы в панельном строительстве не изменились, но оно претерпело некоторую индустриализацию, что положительно сказывается на эксплуатации зданий, возводимых посредством использования железобетонных панелей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баныкин Б.Н. Проектирование и строительство крупнопанельных домов // 1963 г.

2. *Розанов Н.П.* Крупнопанельное домостроение // 1982 г.
3. Журнал «Бетон и железобетон» №2/09
4. *Александрин А.В.* Особенности влияния внешних факторов на строительный объект // Научное обозрение. - 2017. - № 6. - С. 12-15.
5. *Александрин А.В.* Перспективные направления развития организации строительства // Научное обозрение. - 2015. - № 10-1. - С. 378-381.
6. Официальный сайт группы компаний «ПИК» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.pik.ru>

ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

*Смирнова Ю.Н., студентка 3 курса, 3 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

На сегодняшний день активно развиваются информационные технологии во всех сферах деятельности человека. На строительных площадках также происходит рост количества мобильных инструментов, что является важным компонентом в строительном процессе, для которого требуется подобрать соответствующие программы с нужными характеристиками, позволяющими получить необходимый результат. Предметом данного исследования является использование информационных мобильных устройств на строительной площадке. Цель данной работы заключается в выполнении функционального анализа использования мобильных устройств и современных программ в строительстве. Задачи, поставленные для достижения цели - анализ функциональных возможностей систем и устройств, а также рассмотрение современных программ по управлению проектами. В работе используются аналитический и сравнительный методы, а также метод изучения и обобщения. Результатом исследования является иллюстрация функционала программных обеспечений.

ВВЕДЕНИЕ

Информационное моделирование зданий (BIM) является актуальной темой во всем мире. На текущий момент в области строительства большую роль играют именно BIM технологии. В идеале BIM – это виртуальная копия здания, оснащенная необходимым числовым описанием и структурированной информацией об объекте, которая используется как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса [1]. На основе планов, чертежей и другой информации, необходимой на строительных площадках, может быть использовано большое количество мобильных устройств, включая программное обеспечение, обмен данными через облако и пр. По сравнению с традиционными документами о технике безопасности, мобильные версии обеспечивают более эффективный рабочий процесс и совершенно новый вид информационного содержания. Наиболее важным преимуществом является то, что информация об обеспечении безопасности может быть приближена к производству, где она действительно способна оказать влияние на безопасность на рабочем месте. Кроме того, на сегодняшний день информация о технике безопасности, включая статистику нарушений, может предоставляться оперативно, и эти сведения о безопасности автоматически будут сохраняться для последующего анализа и разработки необходимых мер.

Например, процесс, называемый «геотехническим мониторингом», представляет собой «комплекс работ, основанных на натуральных наблюдениях за поведением конструкций вновь возводимого или реконструируемого сооружения, его основания, в том числе грунтового массива, окружающего (вмещающего) сооружение, и конструкций сооружений окружающей застройки» [2]. Целью геотехнического мониторинга является обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности объектов нового строительства или реконструкции и сооружений окружающей застройки за счет своевременного выявления изменения контролируемых параметров конструкций и грунтов оснований, которые могут привести к переходу объектов в ограниченно работоспособное или аварийное состояние.

Задачи, решаемые при проведении геотехнического мониторинга, определяются СП 22.13330.2011 (пункт 12.2). В данном роде деятельности нам необходимо присутствие людей, определенный период времени на получение информации и некоторое количество приборов. Самые современные маяки выполняются на основе электронных компонентов,

например тензодатчиков или с использованием оптических технологий. Они также имеют различную конструкцию и возможности. Кроме непосредственного измерения величины раскрытия трещины, они могут собирать информацию о температурно-влажностных условиях и других параметрах. Возможна комплектация их модулями удаленной передачи информации для мониторинга состояния конструкций в реальном времени. Проблемы их использования в основном связаны с высокой ценой и трудностями предотвращения несанкционированного доступа к ним со стороны посторонних лиц.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В строительной отрасли информационно-коммуникационные системы были разработаны для стационарного офисного использования, но постепенно были вытеснены в производственную среду. После того, как мобильные технологии стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни, они переходят в профессиональное использование, улучшая, например, доступ к строительной документации и другой производственной информации рабочего персонала на строительной площадке. Существует ряд мобильных средств и программных обеспечений, которые могут использоваться в управлении проектами строительства, включая контроль вопросов безопасности [3]. Информация, полученная с объектов, должна находиться в свободном доступе, чтобы строительные работы производились безопасно и надежно.

Применение информационной модели здания существенно облегчает работу с возводимым объектом и имеет массу преимуществ перед прежними формами проектирования. Прежде всего, оно позволяет в виртуальном режиме собрать воедино, подобрать по назначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения [4-7].

Использование мобильных устройств является относительно новым явлением на строительных площадках. Многие мобильные инструменты были протестированы для различных целей, включая обмен проектами и планами, запись и документирование наблюдений за безопасностью, просмотр данных, а также различные измерения и расчеты, связанные с безопасностью на строительной площадке. Возможность поставить задачу или уведомить ответственное лицо по электронной почте прямо из приложения не только экономит время, но и делает управление производством более эффективным. Ранее вся эта процедура проводилась с использованием ручки и бумаги, а после массового внедрения в строительство BIM технологий может быть переведена в цифровой формат.

Сейчас довольно трудно представить предприятие, которое бы не использовало достижения современного технологического прогресса. Многие проектировщики, архитекторы, дизайнеры, геодезисты, инженеры-строители и другие используют возможности современных технологий - приложения, которые полезны в строительной отрасли. На различных этапах строительства перечисленные мобильные приложения помогут сэкономить время и получить экономическую выгоду. Наиболее специализированные и актуальные приложения: BIMx; AutoCAD Mobile; Construction Master Pro App; ArchiSnapper; Magicplan; Morpholio Trace Pro; TSheets; Sun Seeker; Shapr3D; Autodesk FormIt.

BIMx лучше всего подходит для BIM презентации на мобильных устройствах, работает на iOS и Android. Распространяется бесплатно (BIMx) или за \$49.99 (BIMx PRO). При использовании ARCHICAD, целесообразно рассмотреть BIMx от Graphisoft, приложение, которое позволяет архитекторам представить или поделиться проектами с клиентами и подрядчиками. Приложение предлагает полный контроль над проектами BIM, с облачным интерфейсом для работы на месте.

Особенностями BIMx являются:

- полный доступ к любому содержанию BIM, как 3D-модели, строительные чертежи, графики и т.п.;

- всесторонние 3D разрезы;
- технология «увеличенной модели» для навигации по проектам 2D и 3D зданий.

Дополнительными функциями BIMx Pro являются живая презентация с предварительным представлениями модели, а также умные измерения на макетах и в 3D-модели.

AutoCAD Mobile рекомендуется для просмотра, создания, редактирования и совместного использования чертежей AutoCAD на мобильных устройствах. Работает на iOS, Android, Windows 10. Стоимость AutoCAD mobile Premium - \$5/мес или \$50/год, а Ultimate - \$15/мес или \$100/год. AutoCAD Mobile - расширение для рабочего стола AutoCAD, которое позволяет совместно использовать планы на нескольких платформах в формате DWG.

Особенностями AutoCAD Mobile являются:

- доступ к чертежам с мобильного устройства в полевых условиях или за пределами офиса;
- поддержка нескольких слоев для просмотра более подробной и контекстной информации, чем в бумажных чертежах;
- составление, редактирование, разметка и измерение планов на рабочем месте или на ходу;
- возможность делиться обновленными чертежами с коллегами и заказчиками;
- возможность получать обновленные чертежи в AutoCAD при возвращении в офис.

Использование мобильных устройств упрощает работу на строительной площадке в несколько раз. В таблице 1 представлены преимущества от использования мобильных технологий на строительной площадке.

Табл.1. Преимущества мобильных технологий на строительной площадке

<i>Преимущества</i>	<i>Примеры</i>
Экономия времени	Замечания по проекту записываются и документируются сразу во время осмотра.
Повышение производительности	Более быстрый доступ к актуальной информации о проекте повышает производительность, так как документы, необходимые на месте, переносятся в цифровом виде на мобильное устройство и доступны в сети интернет.
Прозрачный и отслеживаемый процесс	Все заинтересованные стороны могут контролировать, кто и когда создал заметку или запись, кто несет ответственность за исправление действий, насколько срочно необходимо исправить проблему и уведомить о выполнении задачи
Повышение качества информации	Управление информацией о проекте с помощью облачной системы. Детализация документации, возможность прикрепить фотографии и т.п..
Быстрое решение проблем и доступ к оказанию первой помощи	Быстрый доступ к информации и рекомендациям по оказанию первой помощи (например, в случае травмы). При вводе симптомов, человек получает информацию о причинах проблемы и предложения по лечению (Например: mTriage)
Автоматическая отчетность и сводка о состоянии строительной площадки	Может быть составлен список всех уведомлений по безопасности, зарегистрированных на одной или нескольких строительных площадках, выявлен перечень наиболее распространенных типов нарушений техники безопасности. Возможность автоматического фильтра проблем, которые должны быть решены и исправлены в первую очередь.

При анализе нововведений в любой отрасли (науке, медицине, строительстве, военной технике и т.п.) помимо положительных характеристик можно выявить ряд недостатков. При использовании мобильных технологий на строительной площадке выделим следующие возможные особенности, которые можно отнести к недостаткам:

1. Различия в оформлении интерфейса приложений. Интерфейс должен быть максимально простым в использовании, содержать термины понятные всем пользователям.
2. Нехватка определенных функций, возможность отсутствия доступа в интернет, ограниченная память, отсутствие совместимости с другими приложениями и др.
3. Низкая безопасность и надежность сохранения данных.
4. Мобильное устройство может привести к несчастному случаю.
5. Ограниченный круг лиц, использующих устройства.
6. Высокая стоимость активации продукта или покупки обновленной версии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что на строительных площадках растет количество мобильных устройств, а также увеличивается доступность мобильных приложений, предназначенных для строительной отрасли. Актуальными являются процессы автоматизации контроля строительства, избавления от издержек производства, быстрый доступ к базам данных и обмен информацией. Однако, не следует забывать, что мобильное устройство не способно полностью заменить человека и его способность мыслить, принимать решения с учетом огромного количества внешних факторов и воздействий. Например, если мобильное приложение показывает, что необходимо убрать или изменить какой-либо материал, уже используемый при возведении здания, и вы его удаляете на экране, то в реальной жизни потребуются выполнить целый комплекс действий по согласованию, заказу, доставке и монтажу нового элемента. Всю эту работу придется выполнить уже непосредственно самому пользователю приложения, а не вспомогательному устройству, которое находится под рукой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Таланов В.В.* Основы BIM: Введение в информационное моделирование зданий.
2. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*
3. *Fender, D. L. and Wolfley, C. T.* Tablet Applications. Technology Tools for SH&E Professionals. Professional Safety Issue 1.2014
4. *Aleksanin A.* Potential for the use of information systems in the management of construction waste // MATEC Web of Conferences 27. Sep. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018" 2018. С. 04081.
5. *Сорокин М.О., Алексанин А.В.* Применение принципов CALS технологии в целях снижения аварийности эксплуатируемых строительных объектов // Наука и безопасность. - 2013. - № 1 (6). - С. 80-84.
6. *Лейбман Д.М., Сборщиков С.Б.* Организация интегрального контроля реализации проектов строительства технически сложных объектов // БСТ: Бюллетень строительной техники. - 2018. - № 11 (1011). - С. 38-41.
7. *Жаров Я.В.* Решение задач организационно-технологического проектирования при помощи методов многомерного моделирования // Системы. Методы. Технологии. - 2016. - № 3 (31). - С. 106-110.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Зенкин Д.С., Разуваев П.А., студенты 3 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ

Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент

Аннотация

Предметом исследования являются BIM технологии и их применение при реализации объектов различного типа и назначения. В статье выполнен анализ и выявлены особенности применения BIM технологий при создании сложных архитектурных и инженерных проектов, рассмотрены интересные и сложные с архитектурной точки зрения здания и сооружения. В результате установлено, что применение BIM позволяет повысить скорость и качество реализации сложных архитектурных проектов. BIM – это очень удобный и быстрый способ проектирования, по сравнению со стандартными методами, имеющий свои серьёзные преимущества, позволяющие существенно снизить риск производственных ошибок и уменьшить затраты на ресурсоёмкое проектирование.

ВВЕДЕНИЕ

BIM (Building Information Modeling) – информационное моделирование здания) – это процесс создания, изменения и последующего использования виртуальной копии сооружения, содержащей всю информацию о нём.

Первый проект на основе BIM появился ещё в далёких 80-х гг. XX века. На сегодняшний день BIM приобретает всё большую популярность и охватывает различные сферы строительства во многих странах. Несомненно, внедрение новых технологий, особенно столь серьёзных, необходимо начинать с научных исследований. На базе рассмотренных зарубежных проектов очевидна успешность и практическая эффективность технологий BIM в сфере проектирования и реализации действительно сложных архитектурных объектов. В России наблюдается острая нехватка профессиональных исследований в сфере BIM, но, даже не смотря на это, всё чаще начинают появляться государственные проекты, использующие данный подход к проектированию.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На сегодняшний день в России с каждым годом увеличивается количество объектов, проектирование, строительство, реконструкция которых осуществляются с использованием технологий информационного моделирования зданий.

Большинство проектировщиков и строителей уже многое слышали об информационном моделировании. Для многих BIM проектирование ассоциируется в первую очередь с трехмерным проектированием. При этом осознание того, что за новой технологией будущее, не часто происходит. Тем не менее, уже сегодня на отечественном рынке имеется ядро заинтересованных компаний, которые активно продвигают внедрение инноваций. В настоящее время в рамках пилотных BIM проектов идет наладка взаимодействия между их разработчиками и экспертами. С апреля 2015 года государственная экспертиза наряду с классической технической документацией в бумажном виде принимает на рассмотрение и информационные модели объектов. Для этих целей в штате госструктуры имеются подготовленные специалисты, а также оборудованные рабочие места.

Например, проект храмового комплекса Сретенского монастыря (рис.1). Проектная документация этого объекта разработана с использованием технологии информационного моделирования BIM. Строительство храмового комплекса осуществлено в условиях исторической застройки, стесненного строительства и иных технических, технологических и градостроительных ограничений.

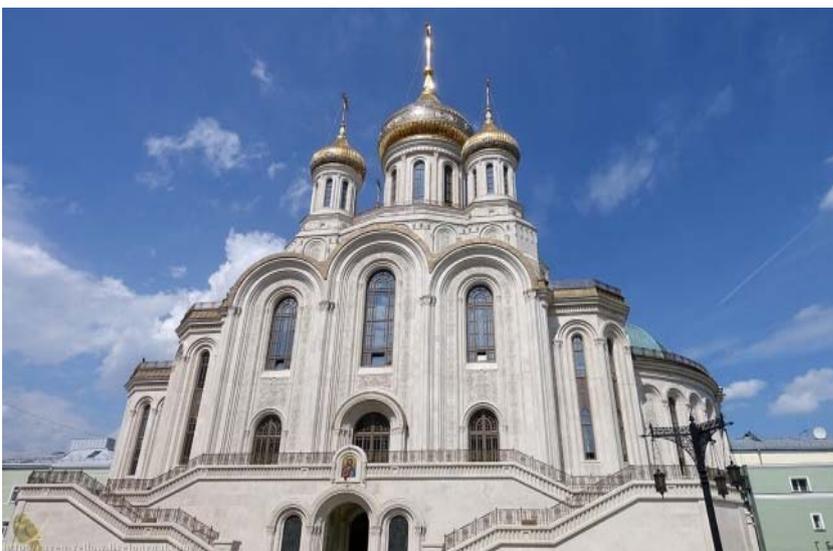


Рис. 1. Проект храмового комплекса

Не менее интересным проектом с использованием BIM технологий стал проект строительства аэровокзала в городе Южно-Сахалинск (рис.2). Новый аэровокзальный комплекс представляет собой двухэтажное здание сложной геометрической формы с посадочной галереей и тремя мостами. Со стороны главного фасада к зданию примыкают навесы для защиты пешеходов от осадков при перемещении к автомобильной парковке и гостинице. Общая площадь аэровокзального комплекса составляет почти 40 тыс. кв. м., строительный объем чуть более 330 тыс. куб. м. В ходе строительства объекта модель будет регулярно актуализироваться и дополняться информацией о фактически выполненных работах для организации последующей технической и коммерческой эксплуатации объекта.



Рис. 2. Проект аэровокзала

За рубежом проекты на основе BIM используются повсеместно и получили гораздо большее распространение, нежели в России, где эффективность BIM поняли недавно. В наше время, активнее всего BIM проекты внедряет и использует Китай. Одним из самых

грандиозных по размерам и сложности BIM проектов в Китае является медиацентр «Феникс» в Пекине. Команда, проектировавшая строение, быстро поняла эффективность BIM технологии, позволившую одновременно исследовать и разрабатывать многочисленные нетрадиционные рабочие процессы для обеспечения взаимодействия данных и беспрепятственного обмена информацией. Результатом является знаковая структура на горизонте Пекина и мощная информационная модель, на которую можно опираться при составлении расписания и анализе управления объектами. Самым же интересным BIM проектом стала 128-этажная Шанхайская башня. Процесс внедрения BIM в проекте контролировался основной командой, состоящей всего из трех человек, которые контролировали его влияние на общее выполнение и соответствие графику. Усиленный контроль и смягчение переделок способствовали сокращению графика строительства всего на 73 месяца для 576 000 квадратных метров площади, что примерно на 30% быстрее, чем у аналогичных конструкций.

В Шотландии было проведено одно из самых сложных в мире 3D-сканирований – снимки мостов Форт, Форт-Роуд. Одной из основных причин этого служит тот факт, что трехмерное сканирование помогает получить полную информацию о построенном объекте, что позволяет сэкономить массу времени и средств в сравнении с традиционными методами исследований. Использование же BIM в этом случае позволяет проводить на основе данных съемки модернизацию объектов, создавать координацию между проектами и оптимизировать рабочие процессы.

В результате получается, что многие страны, такие, как Китай, на примере зарубежных примеров Великобритании и США, активно внедряют технологию BIM в сфере проектирования. Столь грандиозные проекты оказывают большое влияние и делают большой толчок по внедрению BIM, которое привлекает своей скоростью, эффективностью.

В таблице 1 выполнен сравнительный анализ рассмотренных выше объектов.

Табл. 1. Сравнительный анализ применения BIM технологий при реализации различных объектов.

Название объекта	Дата ввода в эксплуатацию.	Технико-экономические показатели	Положительные эффекты при использовании BIM
Храм Новомучеников и Исповедников Российских на крови	25 мая 2017 г.	Общая площадь храма: 5500 м ² . Кол-во уровней: 5 (в т.ч. 1 – подземный). Высота Храма: 55 м. Ж/б монолитный купольный свод: 334 м ² . (пролет 12 м).	Строительство храмового комплекса осуществлено в условиях исторической застройки, стесненного строительства и иных технических, технологических и градостроительных ограничений
Аэровокзал Южно-Сахалинска	Планируется в 2019 г.	Общая площадь аэровокзального комплекса составляет почти 40000 м ² , строительный объем чуть более 330 тыс. куб. м.	Наглядность проекта, возможность демонстрации будущего здания в режиме виртуальной реальности
Медиацентр «Феникс»	2012 г.	55 м в высоту, площадь – 65000 м ² .	Короткий срок производства;

			экстремально высокая цена проектирования в 2D.
Шанхайская башня	2015 г.	569 м (с антенной – 632 м) в высоту, площадь внутри здания 380000 м ² .	Быстрая скорость проектирования, возможность строительства в плотных городских условиях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование BIM технологии позволило эффективно решить ряд инженерно-технических и проектных задач на этапе разработки документации, ведения авторского и строительного надзора. Применение информационного моделирования дает много преимуществ заказчику. Например, инновационные инструменты для принятия строительных решений позволяют повысить качество строительного контроля, а также использовать информационные модели в период эксплуатации. Открытие новых возможностей BIM способствует охвату ещё большего количества областей строительства, таких, как, например, лазерное 3D-сканирование.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Rafael Sacks (Author), Chuck Eastman (Author), Ghang Lee (Author), Paul Teicholz (Author)* BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers 3rd Edition. // John Wiley & Sons Inc. – 2018
2. AU Russia// Autodesk University [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://gems.autodesk.com/events/-au-russia-2017/agenda-795e324821704f619da019b3965bb5ff.aspx?RefId=au-web-landing-page>
3. *Boris Unbegaun, Маркус Уилер, Делла Томпсон, Paul Falla* Oxford Russian Dictionary: Russian-English / English-Russian. // Oxford University Press – 2009
4. Complex laser scans sho8/w Forth Bridge in incredible detail // [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.bimplus.co.uk/technology/complex-laser-scans-forth-bridge-released/>
5. Top-3 BIM projects in China//The BIM. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.thebim.com/video/top-3-bim-projects-in-china>
6. Конкурсы и конференции по BIM-технологиям// Строительный эксперт. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ardexpert.ru/project/8745>
7. Конкурсы и конференции по BIM-технологиям// Строительный эксперт. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://ardexpert.ru/project/12159>
8. *Aleksanin A.* Potential for the use of information systems in the management of construction waste // MATEC Web of Conferences 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFoCE 2018" 2018. С. 04081.
9. *Aleksanin A., Sborshikov S.* Interrelation the life cycle of an object and the concept of sustainable development // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 062006.

АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ СТАДИОНОВ

*Шентяпина Е.С., студентка 3 курса, 2 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Статья посвящена анализу строительных технологий, применяемых при возведении современных стадионов. Анализ выполнен на основе источников литературы и проектов реализованных сооружений. В статье рассматриваются следующие объекты: стадион «Зенит Арена» в городе Санкт-Петербург, стадион «Мордовия Арена» в городе Саранск, стадион «Волгоград Арена» в городе Волгоград. Выполнен анализ основных конструктивных элементов каждого стадиона, а также сравнение технологий монтажных работ.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы не случаен, так как спорт является неотъемлемой частью жизни практически каждого человека. Он определяет мир, в котором человек развивает самого себя. Спроецировать этот мир можно с помощью строительства спортивных сооружений (стадионы, дворцы спорта, комплексы и т. д.).

Актуальность данной работы заключается в том, что в ней представлены способы монтажа конструкций современных стадионов, которые будут отвечать критериям экологичности и комфорта с наименьшими экономическими затратами.

Объектом данного исследования являются современные стадионы. Предмет исследования - строительные технологии, применяемые при возведении современных стадионов. Цель работы - анализ строительных технологий, применяемых при возведении современных стадионов.

Задачи:

- провести анализ строительных технологий;
- рассмотреть типы покрытий и методы их монтажа;
- провести анализ и обобщение полученного материала.

Методы исследования, использованные в данной работе: аналитический, предусматривающий сравнительный анализ, а также поисковый и описательный.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Стадион - это сооружение для спортивных целей. Обычно включает большое поле и места для зрителей, которые расположены ступенчато вокруг поля. Также часто содержит дополнительные площадки и вспомогательные помещения для тренировки и переодевания команд. Стадионы используются не только для различных видов спорта на открытом воздухе, но и для концертов и других мероприятий. В связи с Чемпионатом мира по футболу в 2018г. в разных городах России было построено 12 стадионов. Рассмотрим некоторые из них.

Стадион "Санкт-Петербург" или "Зенит Арена", вместимостью 67 тыс. зрительных мест, был спроектирован японским архитектором Кисе Курокава. Из-за климатических особенностей расположения города Санкт-Петербурга появился ряд таких конструктивных особенностей сооружения, как выездное поле и раздвижная крыша, которая закрывает поле во время непогоды. Поле перемещается с помощью системы электродвигателей, предварительно поднимаясь с помощью нагнетаемого воздуха. Это решение позволяет поддерживать высокое качество газона на протяжении всего года и избегать необходимости его неоднократной замены. Для поддержания постоянного температурного режима и уровня влажности поле снабжено системой аэрации и электроподогрева. Время, необходимое для перемещения поля составляет, примерно, 6 часов. Раздвижная крыша обеспечивает поступление солнечного света в дни, когда футбольное поле находится внутри стадиона.

Кроме этого, согласно регламенту FIFA, матчи должны проходить под открытым небом. Для того чтобы закрыть крышу требуется около 15 минут. Монтаж металлоконструкций стационарной части кровли происходил на временных опорах. Самый сложный технологический этап-перемещение крыши с временных опор в проектное положение. Площадь кровли арены составляет более 56 тыс. кв.м. На монтаж конструкции стационарной кровли, состоящей из 16 блоков общим весом около 18 тыс.т, понадобилось чуть больше года. В процессе были задействованы около 600 человек, которые работали круглосуточно, и более десятка единиц спецтехники, в том числе со сверхвысокой грузоподъемностью 650 и 750т. Для стационарного монтажа кровли использовалась технология надвигки, применяемая в мостостроении и предусмотрена для работы со сверхкрупными конструкциями. Для перемещения блоков с места сборки - стапеля было задействовано уникальное сверхточное оборудование, что позволило переместить блоки в проектное положение и обеспечить сверхвысокую точность сборки.

Стадион "Мордовия Арена", расположенный в Саранске, рассчитан на 44 тыс. зрительных мест. Его оболочка нестандартной овальной формы плавно снижается в северной и южной части трибуны и потом опять поднимается в восточной. Основой стадиона служат 88 Г-образных консолей. Их высота 40 м, а вылет конструкции 49 м. Консоли изготовлены из стальных труб, что позволило уменьшить общий вес конструкций покрытия – до 6 тыс.т. Завод «Белэнергомаш-БЗЭМ» изготовил металлоконструкции сложной геометрии с большим числом сварных соединений. Впервые при строительстве уникальных объектов в таком объеме были применены стыковые сварные соединения труб с переломом. Сборка кровельной металлоконструкции осуществлялась на временных опорах. Для подъема опорных конструкций в проектное положение была использована техника сверхвысокой грузоподъемности.

Стадион "Волгоград Арена", вместимостью 45 тыс. зрительских мест, построен в Волгограде. Главной особенностью стадиона стала вантово-мембранная кровля. При проектировании спортивной арены учитывался зарубежный опыт, однако стадион в Волгограде уникальный и не имеет аналогов в мире. Для него разрабатывался индивидуальный проект вантовой кровли. Несущими элементами вантовой кровли, расположенной над трибунами стадиона, стали стальные канаты. Это прогрессивное решение, благодаря которому значительно снизилась металлоемкость при строительстве объекта. Общий вес вантовой системы составляет около 2300 т, в целом в ней задействовано более 12 км тросов. Вантовая система состоит из внешнего и внутреннего контура. Внешним контуром вантовой системы служит жесткое компрессионное кольцо стадиона, (также называемое опорным кольцом), оно расположено на высоте 40 метров и опирается на 44 несущие колонны. Диаметр опорного кольца - более 200 метров, его длина по кругу - более 700 м, а вес - 1300 т. Внутренний контур вантовой системы, в отличие от внешнего - гибкий. Он состоит из высокопрочных стальных канатов, которые образуют два пояса друг над другом на высоте 34 и 48 метров. Диаметр нижнего пояса составляет 150 м, верхнего - 130 м. Каждый пояс состоит из шести канатов с алюмоцинковым покрытием, которые объединены между собой девиаторами (зажимами). Внешний и внутренний контуры вантовой системы соединены радиальными вантами - высокопрочными стальными канатами.

Процесс монтажа: строители установили внутри стадиона временные поддерживающие конструкции - на них раскладывали и закрепляли между собой элементы вантовой системы. Монтаж вантовой системы начиналась с раскладки на трибунах радиальных и кольцевых тросов. Параллельно с этим строители устанавливали на компрессионное кольцо 88 домкратов для подъема системы. Когда все верхние радиальные тросы были закреплены, начинался их поэтапный подъем. После того как ванты верхнего яруса были закреплены до компрессионного кольца, строители повторяли процедуру подъема для нижнего яруса. Затем на натянутые тросы устанавливали вертикальные распорки для соединения верхнего и нижнего яруса, а также объединяли ванты между собой по кругу арочными пролетами.

После того как вантовая система была смонтирована и поднята в проектное положение, на нее было установлено мембранное покрытие.

Табл. 1. Сравнительная таблица

Наименование объекта	Город строительства	Год стр-ва	Технико-экономические показатели	Уникальные элементы конструкций	Использование BIM	Применяемые технологии возведения
Зенит Арена	Санкт-Петербург	2016 г.	Вместимость: 67 тыс. мест. Стоимость: 43 млрд руб. Площадь: 287 600 м ²	Выездное поле и раздвижная крыша.	Да	Для монтажа стационарной кровли использовалась технология надвигки, применяемая в мостостроении и предусмотренная для работы со сверхкрупными конструкциями. Для перемещения блоков с места сборки – стапеля, было задействовано уникальное сверхточное оборудование, позволяющее перемещать блоки в проектное положение и позволившее добиться сверхвысокой точности сборки.
Мордовия Арена	Саранск	2018 г.	Вместимость: 44 тыс. мест. Стоимость: 16,5 млрд руб. Площадь: 122 700 кв. м.	Оболочка нестандартной овальной формы. 88 Г-образных консолей высотой 40 м. Вылет конструкции 49 м	Да	Монтаж кровли: сборка кровельной металлоконструкции осуществлялась на временных опорах, отсоединение кровельных металлоконструкций от временных поддерживающих конструкций, демонтаж временных поддерживающих конструкций весом около 1,4 тыс. т. Для подъема опорных конструкций была использована техника большой грузоподъемности.
Волгоград Арена	Волгоград	2018 г.	Вместимость: 45 тыс. мест. Стоимость: 16,367 млрд руб. Площадь: 123 970 кв. м	Вантовая кровля и фасады	Да	Монтаж вантовой системы: установили поддерживающие конструкции - на них разложили и закрепили между собой элементы вантовой системы. Сборка системы начиналась с раскладки на трибунах радиальных и кольцевых тросов. Параллельно устанавливали компрессионное кольцо из 88 домкратов для подъема системы. Когда все верхние радиальные тросы были закреплены, начинали их подъем. После того как ванты верхнего яруса были закреплены к компрессионному кольцу, поднимали нижний ярус. Затем на натянутые тросы устанавливали вертикальные распорки и объединяли ванты между собой по кругу арочными прогонами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проанализировав строительные технологии, применяемые для возведения современных стадионов, можно сделать вывод, что каждый из них имеет уникальные конструктивные элементы, требующие особого подхода к производству строительно-монтажных работ. Монтажные работы выполнялись с использованием мощных домкратных систем, сверхточного оборудования, временных опор, ступеней, а также специальной строительной техники большой грузоподъемности.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бурлаков И.Р.*: Специализированные сооружения для игровых видов спорта. - М.: СпортАкадемПресс, 2001
2. Официальный сайт футбольного клуба «Нижний Новгород» [Электронный ресурс] // <http://fcnn2018.ru>
3. Официальный сайт комплекса градостроительной политики города Москвы [Электронный ресурс] // <https://stroi.mos.ru>
4. *Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Бахус Е.Е.* К вопросу эффективности обеспечения качества строительной продукции // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. - 2017. - № 12. - С. 220-225.
5. *Александров А.В.* Перспективные направления развития организации строительства // Научное обозрение. - 2015. - № 10-1. - С. 378-381.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Приходько А.В., Казаков Е.А., студенты 3 курса, 1 группы

Мытищинского филиала НИУ МГСУ

Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент

Аннотация

В данной статье рассмотрена история появления BIM технологий и их популяризация. Выполнен анализ нормативных документов и установлены государственные органы зарубежных стран, которые регулируют использование данной технологии в строительстве. Рассмотрены документы, направленные на регламентирование применения BIM технологий в России, а также выявлены направления ее дальнейшего развития. Кратко рассмотрены основные программные комплексы, которые составляют основу BIM, приведены примеры их использования. На основе изученного материала сделано заключение о внедрении BIM технологий в строительство с точки зрения нормативного обеспечения.

ВВЕДЕНИЕ

Будущее строительства сложно представить без применения BIM технологий. Они помогают систематизировать подход к проектированию здания, заранее рассчитать потребность в денежных и строительных ресурсах, предугадать риски, связанные со строительством, синхронизировать работу всех органов, занимающихся реализацией проекта. Однако для успешного применения данной технологии необходимы документы, регулирующие ее работу. Документы, которые создадут стандарты использования BIM в отрасли. Проследить введение этих стандартов в мире и, в частности, в России мы и попытаемся в данной статье.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Первое упоминание, связанное с BIM технологиями датируется 1975 годом. Тогда, в журнале Американского Института Архитекторов, Чарльз Истман ввел термин Building Description System. Следующим важным событием в истории становления BIM технологии стало внедрение названия "Building information modeling" Филом Бернштейном, который на тот момент работал в AUTODESK. В 1986 году англичанин Роберт Эйш в своей статье впервые использовал термин «Building Modeling» в его нынешнем понимании как информационного моделирования зданий. Так же им были введены основные принципы, которые в дальнейшем станут стандартом применения BIM, а именно:

- проектирование в 3D;
- автоматическое получение чертежей;
- интеллектуальная параметризация объектов;
- разделение возведения здания на этапы и т.п.

Роберт Эйш показал преимущества нового способа при реконструкции «Терминала 3» лондонского аэропорта Хитроу. Это первая практика использования технологии BIM в строительной сфере.

BIM технологии применяются при многовариантном проектировании, визуализации материалов, создании документации, различных видах анализа, координации, планировании, получении количественных данных, используются на станках с числовым программным управлением (ЧПУ) и т.п. [1]

Великобритания первой в Европе выступила с инициативой регулирования BIM на муниципальном уровне. Первые работы стартовали еще в начале 2000-х гг., а в 2011 г. офис министров Великобритании предложил «Правительственную стратегию строительства», в

которой указано требование повсеместного применения BIM уровня 2 к 2016 г., охватывая муниципальные и частные планы.

Главным условием успеха являлось активное участие государства и всей строительной индустрии в виде BIM Task Group. BIM Task Group поддерживает и помогает достичь цели правительства в области «Стратегии строительства» и разрабатывает требования для укрепления потенциала государственного сектора в реализации концепции BIM. BIM Task Group. Основной целью разработанных документов является создание условий для широкого применения BIM определённого стандарта, так называемого уровня 2. Уровни BIM описаны в PAS 1192-2:2013 в соответствии с определением, введённым М. Бью и М. Ричардсом. Согласно PAS 1192-2:2013 уровни BIM определяются следующим образом:

Уровень 0 - двухмерное черчение с внедрением САПР без единых регламентов и стандартов.

Уровень 1 - двухмерное черчение с выборочным внедрением 3D-моделирования. Черчение выполняется согласно единым стандартам и регламентам.

Уровень 2 - этот уровень характеризуется полноценным трёхмерным проектированием.

Уровень 3 - единая интегрированная система полного цикла. Более близкая к идеологии BIM.

В США вопросами стандартизации строительной отрасли начали заниматься раньше, чем в других государствах. Это вызвано присутствием в США большего числа научно-образовательных учреждений и основных изготовителей программного обеспечения для строительной промышленности.

Сейчас в США главным документом в сфере BIM считается National BIM Standard - United States™ V3 (Национальный BIM-стандарт США. Версия 3). Стандарт National BIM Standard - United States™ (NBIMS-US™) был разработан и обновляется альянсом BuildingSMART alliance (bSa). Ключевой целью альянса bsa считается продвижение открытых промышленных стандартов для интероперабельности и общей работы.

Первая версия NBIMS-US Version 1 - Part 1 была выпущена в декабре 2007 г. В ней были введены определения жизненного цикла строения, определена необходимость в стандартизации процесса обмена данными, предоставлены предложения по методологии выполнения задач, а также на примерах продемонстрированы эти процессы и результаты.

NBIMS-US™ V2 стал первым не закрытым BIM-стандартом, который использовал иные раскрытые стандарты по обмену данными и предоставлял методические указания для реализации BIM. NBIMS-US V2 был выпущен в мае 2012 г. Стандарт V3 включает в себя 3 раздела: обзор применяемых других стандартов, стандарты по обмену данными и практические указания.

В Канаде создан специальный правительственный орган - Canadian BIM Council, управляющий интеграцией BIM-технологий в строительную промышленность Канады. Также в Канаде создан The Institute for BIM in Canada (IBC), играющий ключевую роль в деле популяризации и внедрения BIM в строительство. В стране используются разные американские стандарты, в первую очередь US National BIM Standard, так как Канада в дружественных отношениях с США. Данный документ содержит инструкции по разработке планов выполнения проекта для трёх стадий жизненного цикла: для проектирования, строительства и эксплуатации. Эти инструкции опираются на US National BIM Standard и просто предлагают некоторую помощь в разработке PxB.

В 2015 г. в Германии принят План внедрения BIM (Stufenplan Digitales Planen und Bauen). План подразумевает три фазы реализации: в 2015–2017 гг. - выработка стандартов, в 2017–2020 гг. станет обязательным применение BIM для всех строительных проектов от 10 млн. евро, а после 2020 г. - обязательным для всех проектов [2-5].

В России также активно стали проводиться работы по разработке регламентирующей документации [6-12]. В январе 2017 года были введены несколько нормативных документов:

1. ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 294811:2010) «Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат». Дата введения; 01.07.2017 г. Стандарт определяет методологию и формат для разработки руководства и доставке информации. Включает в себя: методологию, объединяющую строительные процессы с информацией, а также форму для ввода информации.

2. ГОСТ Р 57311-2016. Дата введения: 01.07.2017 г. Данный стандарт устанавливает требования к эксплуатационной информационной модели (ЭИМ) объекта капитального строительства. Данные требования должны обеспечивать объединенность данных и информации, необходимой для осуществления всех бизнес-процессов, связанных с управлением активами/эксплуатации завершенного объекта капитального строительства, а также доступность информации для работников.

3. ГОСТ Р 57309-2016 (ИСО 16354:2013) Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов. Область применения: определение категорий библиотек знаний.

В марте 2018 года выпущены еще три свода правил:

1. СП 328.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели». Данный свод правил распространяется на процессы информационного моделирования зданий и сооружений и устанавливает требования к компонентам их информационных моделей.

2. СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах». Свод правил нужен для создания и использования информационных систем, взаимосвязанных между собой в процессе жизненного цикла зданий и реализующих технологию информационного моделирования объекта строительства.

3. СП 333.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла». Свод правил распространяется на процессы информационного моделирования при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов массового строительства. Устанавливает общие требования и правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла объекта строительства.

В скором времени Минстрой должен закрепить в Градостроительном кодексе практику применения BIM-технологий. Действующая практика применения технологий информационного моделирования будет отражена в Градостроительном кодексе РФ, соответствующие поправки разрабатываются [13].

Ниже представлены основные программные комплексы, которые составляют основу BIM [2]:

1. Autodesk Revit - главное в продукте это принцип параметрического моделирования, в котором любой объект имеет свойства материалов и информацию о формах. Здание Всемирного торгового центра (One World Trade Center) в Нью-Йорке, является примером использования Revit.

2. Tekla Structures - четырехмерная система, используемая для трехмерного моделирования, как простых, так и сложных сооружений из разнообразных материалов. Tekla Structures использовалась при строительстве стадиона Олимпиады-2008 «Птичье гнездо» и комплекса водных видов спорта «Водный куб».

3. Bentley Systems, основанная в 1984 г., является лидером по количеству программных продуктов. Список ее систем для проектирования в 14 укрупненных направлениях деятельности включает в себя более 150 наименований. Программы Bentley Systems зарекомендовали себя при комплексном применении на объектах самого разного назначения, от жилых домов до мостов, стадионов и промышленных предприятий. Среди объектов – реконструкция Сиднейского оперного театра.

4. ArchiCAD - программный пакет для архитекторов, разработанный венгерской компанией Graphisoft. Технология виртуального здания, реализованная в нем, позволила работать не с отдельными чертежами, а со всем проектом в целом. Таким образом, ArchiCAD стал первым BIM-приложением. В архитектурно-строительной практике ArchiCAD нашел массовое применение. Компания Graphisoft утверждает, что более миллиона проектов по всему миру были разработаны с использованием этой программы. Один из них - самый высокий небоскреб Мельбурна - Башня Эврика (297 м).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

BIM технологии представляют собой очень перспективное направление, которое помогает значительно оптимизировать расходы на реализацию проектов. Однако, для более успешного применения BIM технологий необходимо установить общий стандарт её реализации в проектах. Именно для этого и вводятся нормативные документы, с помощью которых регламентируется использование новых технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Building information modeling [Электронный ресурс] // Режим доступа: en.wikipedia.org/wiki/building_information_modeling

2. The LAISERINletter [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://laiserin.com/features/bim/index.php>

3. Применение BIM-технологий на строительство по госзаказу может стать обязательным в 2019 году [Электронный ресурс] // Минстрой России. – Режим доступа: www.minstroyrf.ru/press/primenenie-bim-tekhnologiy-na-stroitelstvo-pogoszakazu-mozhet-stat-obyazatelnyim-v-2019-godu.

4. *Aleksanin A., Sborshikov S.* Interrelation the life cycle of an object and the concept of sustainable development // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 21, Construction - The Formation of Living Environment. 2018. С. 062006.

5. *Aleksanin A.* Potential for the use of information systems in the management of construction waste // MATEC Web of Conferences 27. Сер. "27th R-S-P Seminar, Theoretical Foundation of Civil Engineering (27RSP), TFOCE 2018" 2018. С. 04081.

6. ГОСТ Р 57310-2016 (ИСО 29481 - 1:2010) Моделирование информационное в строительстве. Руководство по доставке информации. Методология и формат.

7. ГОСТ Р 57309-2016 (ИСО 16354:2013) Руководящие принципы по библиотекам знаний и библиотекам объектов.

8. ГОСТ Р 57563-2017/ISO/TS 12911:2012 Моделирование информационное в строительстве. Основные положения по разработке стандартов информационного моделирования зданий и сооружений (с Поправкой).

9. ГОСТ Р ИСО 12006-2-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 2. Основы классификации информации.

10. ГОСТ Р ИСО 120063-2017 Строительство. Модель организации данных о строительных работах. Часть 3. Основы обмена объектно-ориентированной информацией.

11. ГОСТ Р ИСО 22263-2017 Модель организации данных о строительных работах. Структура управления проектной информацией.

12. СП 301.1325800.2017 Информационное моделирование в строительстве. Правила организации работ производственно-техническими отделами.

13. Информационное агентство ТАСС [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://tass.ru/nedvizhimost/6122403>

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Простотина Л.А., студентка 4 курса ИГЭС, НИУ МГСУ

Научный руководитель – Субботин А.С., доцент каф. ТОУС, к.т.н.

Аннотация

Статья посвящена особенностям и назначению инженерно-геологических изысканий в условиях сохранения объектов культурного наследия. В представленной работе рассмотрены технология инженерно-геологических изысканий и исследований, использование различных методов изучения геологической среды, ретроспективный анализ, проходки горных выработок для исследования состояния фундаментов объектов культурного наследия. Рассматриваются методы применяемые в условиях памятников культурного наследия (памятников и ансамблей) народов Российской Федерации, в объеме, необходимом для оценки их состояния, выполнения проектов ремонтно-реставрационных работ (консервации, реставрации, приспособления для современного использования), а также для разработки рекомендаций по обеспечению их сохранности.

ВВЕДЕНИЕ

Сохранение памятников культурного наследия как один из неотъемлемых атрибутов не только сохранения традиций, но истории и развития культуры, всегда является важной задачей, стоящей перед любым государством. Инженерная геология как наука и инженерно-геологические изыскания, в частности являются одним из важных помощников в этом деле. Инженерно-геологические изыскания представляют собой изучение факторов техногенного воздействия природных условий на охраняемые объекты с целью сохранения памятников культурного наследия. От результатов изысканий зависят техническая безопасность сооружений и зданий, долговечность эксплуатации, а также уровень рисков по возникновению аварийных ситуаций.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Когда речь идёт о сохранении объектов культурного наследия, возникает необходимость обеспечить комплексное изучения инженерно-геологических условий территории, на которой находятся объекты культурного наследия и близ лежащих с ними, изучить рельеф, геоморфологию участка, техногенные отложения - культурный слой. Состав и объем изысканий и исследований необходимо проводить для непосредственного изучения состояния исторического природно-технического объекта, чтобы дать соответствующий прогноз изменения состояния ИПТО, а также выбрать наиболее подходящие технические решения. Ключевыми отличиями инженерно-геологических изысканий в условиях памятников культуры являются: нестандартность подхода к каждому конкретному объекту, неординарность применяемых методов, используемых для изучения геологической среды и обязательного рассмотрения при изысканиях ИПТО как подсистемы ИПТС (историческая природно-техническая система). Так же часто в ходе изысканий решаются дополнительные задачи, такие как, определение причин деформаций памятников архитектуры; оценки состояния ИПТС на момент конкретных изысканий; проведение ретроспективного анализа; составление прогноза развития экзогенных геологических процессов на территории объекта, поиск возможных зон риска; составление программ мониторинга и рекомендаций по оптимальному режиму эксплуатации.

Если говорить о самих технологиях инженерно-геологических изысканий и исследований стоит отметить, что данные исследования и изыскания выполняются в строго определенной последовательности, прописанной в ГОСТ Р 55528. Так на этапе предварительных работ производят анализ различных сведений о реставрируемом или

реконструируемом объекте, а именно: архитектурных, конструктивных, архивных. Помимо этого, производят рекогносцировочное обследование объекта, обрабатывают данные изысканий за предыдущие года. На основании анализа полученных данных составляют программу инженерно-геологических изысканий для разработки проекта реставрации, с соответствующим обоснованием всех предполагаемых работ. При выборе конкретных инженерно-геологических работ стремятся к минимизации ущерба памятникам культурного наследия, учитывают вид данного объекта, степень его сохранности и категорию сложности запланированных инженерно-проектных работ и предстоящих исследований.

На территориях объектов культурного наследия необходимо выполнять ретроспективный анализ развития застройки и поверхностных инфраструктур. В ретроспективных анализ развития застройки проводятся историко-архитектурных исследования конечной целью которых является выяснение наличия подземных сооружений, фундаментов снесенных зданий, подземных выработок, тоннелей, инженерных коммуникаций, старых кладбищ и др. В то время как ретроспективный анализ развития поверхностной инфраструктуры рассматривает инженерно-геологические условия территории, палеорельеф и на основе результатов проведённых исследований производится оценка природно-техногенной обстановки, устанавливается характер техногенных изменений инженерно-геологических условий, а также, уровень информативности материалов изысканий за прошлые года с последующий возможностью использования в предстоящих работах.

В задачи рекогносцировочного обследования входят требования перечисленные в СП 11-105-97* «Инженерно-геологические изыскания для строительства», а также дополнительно выявляются дефекты территорий, производится визуальный осмотр с целью выявления конструктивных элементов, выполняется деформационная съёмка трещин в конструкциях, устанавливается наличие и состояния подвалов, отвалов грунта, находящихся рядом с обследуемыми зданиями и сооружениями, определяются места расположения и состояния систем инженерных коммуникаций; устанавливается наличие засыпанных оврагов, свалок, карьеров, с обязательным указанием ориентировочной мощности насыпных грунтов. Когда речь идёт о изучении состояния фундаментов памятников культурного наследия при выборе вида и способа проходок горных выработок следует руководствоваться обеспечением возможности наиболее детального обследования грунтов основания и отбор образцов для определения необходимых показателей. Необходимо помнить, что основной особенностью горных выработок на исторической территории является их обязательное археологическое сопровождение.

Количество, глубину и местоположение проходки горных выработок устанавливают в программе работ, с учётом требуемой детальности изучения инженерно-геологических условий исследуемой территории на соответствующем этапе разработки предпроектной и проектной документации. К рекомендуемым методам исследования грунта можно отнести: статический, динамический и электродинамический (с применением малогабаритных зондов). Суть статического метода состоит в том, что в грунт вдавливаются специальный зонд с помощью установки, дающей статическую нагрузку. Скорость движения применяемого устройства вглубь составляет в среднем 1,2 м/мин. В процессе погружения этого зонда датчики регистрируют показатели сопротивления грунта как с заданными интервалами (в среднем 0,2 м), так и непрерывно. Исследование завершается, когда агрегат достигает необходимой глубины или в том случае, когда для продолжения погружения зонда в грунт требуются предельные усилия. Электродинамический метод включает в себя два различных по своей природе вида испытаний массива горных пород: электрокаротаж и динамическое зондирование. В результате измерения удельного электрического сопротивления при каротажных работах, грунты разделяются на различные литологические слои. По данным проведённого зондирования вычисляют физико-механические

характеристики. ЭДЗ используется для исследования различных генетических типов грунтов с включениями крупных частиц не более 10% и условным динамическим сопротивлением R не более 20 МПа. К эффективным методам изучения строения контакта фундамент-грунт и фундаментов можно отнести склерометрию, алмазное сверление фундаментов с последующей телеметрией ствола скважины. В процессе алмазного сверления устанавливают материал кладки фундамента, его состояние (определяют по керну) и отметку заложения фундамента. Склерометрический метод основан на определении поверхностной прочности материала путем нанесения фиксированного силового воздействия. Контроль прочности основан на использовании эмпирических зависимостей между некоторой физико-механической характеристикой (диаметром отпечатка, глубиной лунки, высотой отскока ударника при фиксированном силовом воздействии) и прочностью. Данный метод является косвенным методом контроля, в котором используются градуировочные кривые, метод носит частный характер (отвечает только конкретным условиям; применение в других условиях может привести к значительным погрешностям измерений). Так же для изучения фундаментов объектов культурного наследия используется проходка шурфов, которая является наиболее эффективным методом изучения, поскольку позволяет оценить степень их сохранности, структуру и элементный состав. В ходе работ определяют глубину заложения фундамента, ширину верхнего обреза и подошвы, состав связующего, его состояние, наличие и состояние гидроизоляции, наличие фундаментных вод.

Исследование грунтов ниже подошвы фундамента производят с помощью скважин, пробуриваемых со дна шурфа, либо вблизи него. Ликвидацию выработок производят в соответствии с требованиями нормативных документов и по согласованию с владельцами территории. После окончания работ скважины должны быть затампонированы, а шурфы засыпаны с послойным уплотнением. Если в ходе изысканий были нарушены: покрытия отмосток, гидроизоляцию пола, защитных слоев, то производят их восстановление после завершения работ. Согласно ГОСТ Р 55945-2014 «Общие требования к инженерно-геологическим изысканиям и исследованиям для сохранения объектов культурного наследия» дополнительно изучение основания выполняются с поверхности территории геофизическими методами, рекомендуемыми следующих задач:

- 1) поиска захороненных конструкций, пустот;
- 2) определения глубины погружения свай и их сечения;
- 3) разделения толщи грунтов на слои с различной степенью упрочнения под фундаментами и вне их пределов;
- 4) выявления участков утечек воды из подземных коммуникаций на застроенной территории.

Помимо традиционных геофизических методов на застроенных территориях может быть использован метод радиоволнового зондирования с помощью георадара, который позволяет осуществлять разделение сред с различной диэлектрической проницаемостью по отраженному сигналу.

В основе способ радиоволнового зондирования лежит принцип измерения амплитудных значений горизонтальных и вертикальной электрических составляющих электромагнитного поля при разных углах ориентировки геометрической оси антенн передатчика или приемника и относительной разности фаз между составляющими поля. По изменению измеренных параметров судят о структурных особенностях и о распределении радиоволновых электромагнитных характеристик геологического разреза по горизонтали и глубине. Аномальные зоны, выявленные в ходе геофизических исследований, необходимо подтверждать и корректировать другими методами исследования, например бурением, шурфованием, зондированием.

Состав геофизических исследований, а также тип и размеры применяемых установок устанавливается в программе изысканий, исходя из детальности изучения инженерно-геологических условий.

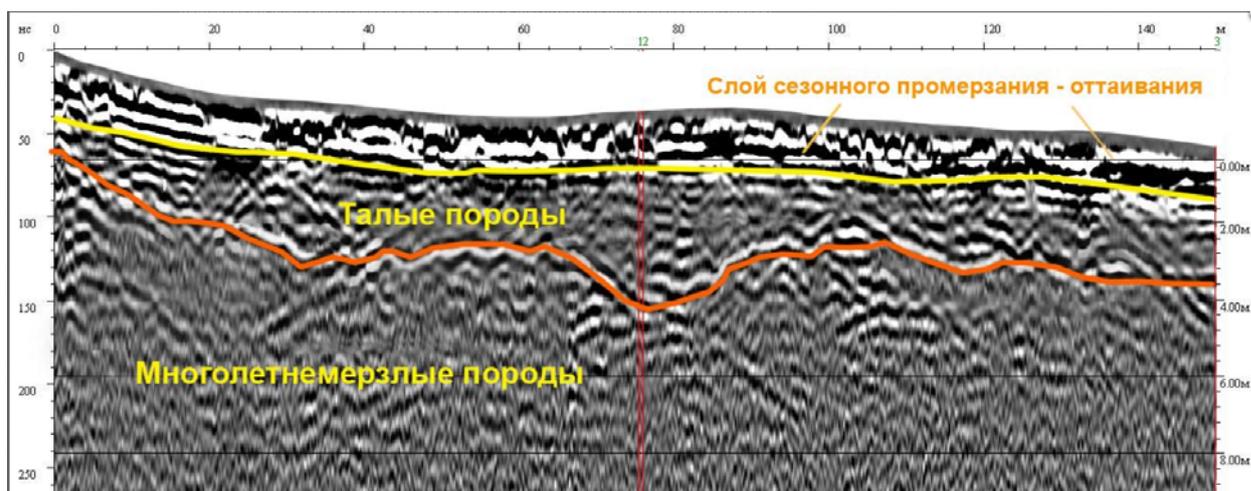


Рис.1. Разделение сред с различной диэлектрической проницаемостью

Зондирование грунтов применяется для выделения различных по плотности и прочности зон под фундаментами зданий и сооружений, геотехнического контроля за усилением оснований зданий и сооружений в ходе проведения данных работ, оценки пространственной изменчивости свойств грунтов. Зондирование может выполняться в горизонтальном и наклонном направлениях из шурфов для выявления неоднородностей грунтов основания под существующими фундаментами.

Для расчета возможных деформаций основания существующего здания от проектируемых дополнительных нагрузок необходимо определить показатели деформационных свойств грунтов в основании существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния реконструкции. При этом следует учитывать, что допустимые предельные значения деформаций существующего здания по ГОСТ Р 55567 меньше указанных в СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений». Обследование грунтов оснований существующих зданий следует выполнять с целью оценки возможных негативных последствий при реставрации существующего здания, а также воздействия на него нового строительства, реконструкции или расширения на прилегающих территориях и, при необходимости, получение данных для разработки ряда мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности существующей застройки.

Обследование грунтов оснований объектов культурного наследия необходимо производить как при их реставрации, так и при приспособлении, проведении противоаварийных работ и в случаях, когда в прилегающей к ним зоне производят определённые виды работ.

Отбор образцов при опробовании грунтов следует выполнять из каждой разновидности грунтов в зоне влияния фундамента и вне ее пределов. При этом обязательно учитывается, что все грунты, оказавшиеся в зоне влияния техногенных воздействий, в той или иной мере меняют свое напряженное состояние и свойства, вследствие чего в пределах одного инженерно-геологического элемента ко времени проведения реставрационных работ, реконструкции может возникнуть несколько новых элементов, различающихся состоянием, механическими свойствами, а иногда и составом.

При камеральной обработке результатов инженерно-геологических изысканий и составлении технического отчета по результатам изысканий, необходимо:

- дополнительно характеризовать инженерно-геологические условия не только площадки проектируемых работ, но и территории окружающей застройки, попадающей в зону их влияния;
- изменения геологической среды за период эксплуатации зданий (сооружений), включая изменения прочностных и деформационных характеристик грунтов;
- приводить нормативные и расчетные показатели выделенных инженерно-геологических элементов отдельно для грунтов под фундаментами и вне пределов зоны их влияния.

ВЫВОД

На основании проведенного анализа сделаем вывод, что при проведении работ по реконструкции и ремонту зданий и сооружений, являющихся памятниками архитектуры, проведение комплекса инженерно-геологических изысканий является неотъемлемой и обязательной частью. Поскольку только в процессе изысканий может быть получена достоверная информация, которая даст возможность получить прочностные и деформационные характеристики грунтов, геологические, экологические и гидрологические характеристики территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 22.13330.2016 «Основания зданий и сооружений»
2. ГОСТ Р 55945-2014 «Общие требования к инженерно-геологическим изысканиям и исследованиям для сохранения объектов культурного наследия»
3. Группа Компаний «ПромТерра» [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.prom-terra.ru/articles/inzhenernye-izyskaniya-dlya-sokhraneniya-pamyatnikov-istorii-i-kultury.html>
4. СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения»
5. ГОСТ Р 56891.1-2016 «Сохранение объектов культурного наследия. Термины и определения. Часть 1. Общие понятия, состав и содержание научно-проектной документации»

СТРОИТЕЛЬСТВО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНИЗМА ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНОГО ПАРТНЕРСТВА

Синдеев А.С., студент 4 курса 6 группы ИГЭС, НИУ МГСУ
Чурсина А.М., студентка 4 курса 6 группы ИГЭС, НИУ МГСУ
Научный руководитель – Субботин А.С., доцент каф. ТОУС, к.т.н.

Аннотация

Концепция государственно-частного партнерства является сравнительно инновационной механикой, служащей для объединения инвестиций государства и частного предпринимательства при реализации крупных инфраструктурных проектов. Растущее понимание актуальности проблемы объемов бюджетных инвестиций заставляет государство искать альтернативные механизмы финансирования. Особенно в отрасли энергетики, где сохранение независимости одна из наиболее приоритетных задач любого государства. В этих условиях государственно-частное партнерство является самой актуальной формой воплощения в жизнь крупных инвестиционных проектов в России.

ВВЕДЕНИЕ

В отрасли энергетики необходимо внедрение инновационных объектов и модернизация действующих объектов. Одного лишь увеличения объёмов выработки энергии недостаточно, так же требуется заменять устаревшее и изношенное оборудование. Изношенность оборудования приводит к снижению эффективности и повышению опасности для работников. Энергетика является одной из наиболее актуальных хозяйственно-экономических сфер деятельности. В этой сфере присутствует большое количество естественных и искусственных подсистем, необходимых для преобразования, распределения и использования ресурсов разных видов. Атомная энергетика - зрелая отрасль как с технологической, так и институционально-правовой точек зрения. Цели развития и ключевые правила ее функционирования определяются национальными правительствами. Эта фундаментальная черта - общая для всех стран. Одним из перспективных механизмов реализации проектов сооружения АЭС в современных условиях ограниченности государственного финансирования является государственно-частное партнерство (ГЧП). Поэтому инвестиционное обеспечение и партнерство государства и частных предпринимателей в области строительства новых ТЭЦ является актуальной проблемой.

НАУЧНАЯ РАБОТА

Сегодня особо актуальна "Стратегия развития энергетического машиностроения до 2030 года". В данной стратегии особое внимание акцентировано не на заградительных мерах, а на выработке промышленной политики, которая есть во многих развитых европейских странах. Конкретные меры тарифного и нетарифного характера направлены на стимулирование иностранных и российских участников повысить количество инвестиций в создание производств и развитие НИОКР на территории РФ. Некоторые инновационные технологии в области энергетики, которые только начинают внедряться в России, уже активно применяются в США и Европе. Однако российские энергомашиностроительные заводы имеют возможности для того, чтобы обеспечивать около трети потребности местного рынка, но часто проигрывают по КПД и экологическим показателям. Такая ситуация имеет место из-за чрезвычайно ограниченных инвестиций с 90-х годов. В области экспорта ГТУ средней и большой мощности (от 200 МВт) большое преимущество находится в руках Запада и Китая. В основном иностранные компании не против отдать по лицензии лишь часть производства. Поэтому одним из самых логичных решений становится организация лицензионного производства ГТУ в России. В области котлостроения и производства электротехнического оборудования ситуация также актуальна. Практическое отсутствие

инвестиций также оказало влияние на эту отрасль. У российских компаний не остаётся выбора, кроме как приобретать лицензии на проектирование, изготовление и монтаж котлов-утилизаторов у иностранных производителей. В сфере производства пылеугольных котлов на сверхкритические параметры, паровых турбин и генераторов дело обстоит несколько лучше. На рынке этой отрасли присутствуют конкурентоспособные решения от отечественных заводов-изготовителей.

Отрасль электроэнергетики была подразделена в ходе реформы на потенциально-конкурентные (генерация и сбыт) и естественно-монопольные (передача, распределение и диспетчеризация). Такое подразделение привело к появлению возможностей для использования различных инвестиционных механизмов. Лидером являются частные инвестиции.

Государственно-частное партнерство (ГЧП) является одним из актуальных механизмов реализации проектов АЭС в текущих условиях ограниченного финансирования со стороны государства. В атомной отрасли страной с наиболее протяжённым опытом ГЧП является США, которые имеют 50-летние традиции и реальные результаты в XXI в.: в 2008 г. здесь впервые за 30 лет стартовал проект сооружения АЭС Вогл. Меры, принятые правительством на федеральном и региональном уровнях для привлечения всех участников партнерства: программа госгарантий по кредитам, государственная система страхования ответственности владельцев АЭС в случае ядерного инцидента, разрешение владельцам АЭС включать свои инвестиции на сооружение АЭС в тарифы энергопотребителей и др. Одним из итогов стало выделение трех основных элементов успешного ГЧП для проектов АЭС: гарантии возврата инвестиций, твердый курс национальной политики на поддержку развития атомной энергетики, проактивный подход акционеров.

Механизм государственно-частного партнерства нацелен на решение задач регионального и межрегионального развития энергетической инфраструктуры. Благодаря привлечению средств частных инвесторов стало возможно решение проблем замены изношенного оборудования и повышения эффективности управления проектами инфраструктуры. Достижение инвестиционных целей с использованием государственно-частного партнерства возможно в основном в тех областях, в которых государство является собственником, желающим привлечь частные предприятия. Это одна из причин того, что сфера энергетики является одной перспективных областей для применения государственно-частного партнерства. Важной частью взаимодействия государства и частных инвесторов является согласование интересов. Государство заинтересовано в исполнении стратегических планов по развитию отрасли энергетики и повышении количества предлагаемых объёмов услуг. Инвесторы же заинтересованы в своевременном и стабильном получении прибыли от вложений. Поэтому обе стороны заинтересованы в наиболее успешном исполнении инвестиционных проектов.



Рис. 1. Схема прогнозируемых результатов ГЧП

Главные признаки ГЧП:

- две стороны государственно-частного партнерства: государство и частный бизнес;
- юридически закрепленное взаимодействие сторон;
- равноправное взаимодействие сторон;
- объединение ресурсов и вкладов обеих сторон в процессе исполнения проектов;
- финансовые риски, затраты и результаты распределены между партнерами в определенных пропорциях.

Отличительные особенности ГЧП:

1. Сроки договоров обычно составляют 10-20 лет, а в иногда вплоть до 50.

2. Конкурентное противостояние. Соревнование между возможными участниками за контракты.

3. Ответственность распределена между участниками. Государство ответственно за определение целей с точки зрения социального интереса, установление качественных и стоимостных показателей, контролирование выполнения программ. Частная сторона ответственна за финансирование, управление, строительство и эксплуатация.

4. Заключение договоров о распределении рисков между участниками.

Эффективность в общем смысле это отношение затрат и полученных результатов.

Тем не менее проекты ГЧП неоднозначны в оценке. Относительно каждой из сторон оценка эффективности является различной и состоит из особых показателей. Во время исполнения проектов также могут варьироваться условия взаимодействия и риски, сопровождающие проект.

Проведение оценка эффективности проекта ГЧП проводится по следующим факторам:

- расчет рентабельности привлечения частного предприятия относительно проведения проекта без подобного привлечения;

- выявление и оценка всех видов рисков и определение формы управления ими в процессе реализации проекта государственно-частного партнерства;

- экономическое обоснование ГЧП.

Оценка эффективности проектов государственно-частного партнёрства состоит из трех шагов:

Первый шаг заключается в качественной оценке проекта государственно-частного партнёрства. На данном этапе образуется информационная база о реализации проекта и его программе. Также разрабатывается технико-экономическое обоснование предложенного проекта на основе полученных данных.

Второй этап заключается в формировании решений о выгоде партнерских отношений, основываясь на разнообразных категориях эффективности, таких как эффективность проекта в целом и эффективность участия в проекте.

Третий этап состоит из непосредственной оценки целесообразности проекта по количественным аспектам (финансы, экономика).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отрасли энергетики в России присутствует нехватка финансирования. Государственно-частные партнерства обладают всеми необходимыми задатками для решения большей части инвестиционных проблем, а, следовательно, повышения эффективности и безопасности в этой области. Возможно также повышение степени электрификации отдаленных районов благодаря привлечению частных предприятий к воплощению инвестиционных программ в жизнь. Привлечение частных инвесторов позволит обеспечить качественное обслуживание и своевременную реконструкцию, что повысит надежность энергоснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Калюжнова Н.Я.* Конкурентоспособность российских регионов в условиях глобализации / Н.Я. Калюжнова.– М. : ТЕИС (МГУ), 2004. С. 526

2. *Дерябина М.А.* Доклад на секционном ученом совете научного направления «Теория экономики» «Теоретические и практические проблемы государственно-частного партнерства» // Сайт Института экономики РАН С. 19-20
3. *Игнатюк Н. А.* Государственно-частное партнерство в России // Право и экономика. – 2006. – № 8. – С. 3–8.
4. *Субботин А.С.* Принципы инновационного развития кластерной модели организации с участием государственно-частных партнерств // Журнал «Научное обозрение» №2, 2013. С. 243-245
5. *Портер, М.* Конкуренция / *М. Портер.* – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. С. 608
6. Экономика предприятия: Учебник *Е. В. Арсенова, Я. Д. Балыков, И. В. Корнеева* и др.; Под ред. *Н. А. Сафронова.* – М.: Юристъ, 2003.
7. *Субботин А.С., Сборщиков С.Б.* Механизм государственно-частного партнерства как перспектива развития инвестиционно-строительной деятельности // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: научное издание. М.: МГСУ, 2012. С. 632-634
8. *Субботин А. С., Сборщиков С. Б.* Организационные основы создания и функционирования интегрированных структур в инвестиционно-строительной сфере // Вестник МГСУ №4 МГСУ, 2014. С 167-171.
9. *Варнавский В. Г.* Партнерство государства и частного сектора: формы, проекты, риски. // М.: Наука, 2005. С. 28, 36.
10. *Линёв И. В.* Концессия как форма государственно-частного партнерства // Вестник АГТУ. Сер.: Экономика 2011. № 2 С. 49-54.

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНОЙ ДОБАВКИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА

*Начарова А.Н., студентка 4 курса, 3 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Безгоднов И.М., зав. лабораторией, научный сотрудник*

Аннотация

В докладе рассматриваются физико-механические характеристики бетона, полученные с использованием полимерной добавки “Элотекс”. Целью использования данной добавки является получение бетона, обладающего повышенной деформативностью и низким модулем упругости. Возможность с помощью определенных добавок и его состава регулировать деформативными свойствами является новым направлением в материаловедении. Эксперименты доказали, что прочность на сжатие и растяжение существенно снижается при данном количестве добавки. При этом предельная деформативность увеличивается, а модуль упругости снижается. Делается вывод, что использование данной добавки отрицательно сказывается на прочности бетона.

Ключевые слова: бетон, прочность, деформативность, полимерная добавка.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений повышения долговечности бетонных и железобетонных конструкций является возможность регулирования деформационными свойствами. Снижение модуля упругости, повышения предельной относительной деформации сжатия и растяжения позволяет повысить трещиностойкость бетона и железобетона.

В практике строительства широко используют различного рода добавки, которые способны повысить прочность, увеличивать морозостойкость и водонепроницаемость, изменять реологию бетонной смеси и т.д. К сожалению класса добавок, которые бы способствовали изменению деформационных свойств (модуля упругости, предельной деформативности при сжатии и растяжении, ползучести) в настоящее время нет. Важно определить круг добавок минерального и органического происхождения, которые способствуют изменению деформативных характеристик.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Регулировать модуль упругости и предельную деформативность можно различными способами, но не всегда за снижением модуля упругости повышается предельная деформативность при сжатии. Кроме того, возможны случаи, когда в условиях кратковременного нагружения повышения предельной деформативности не наблюдается, а в условиях длительного воздействия отмечается существенное увеличение ползучести [7]. Поэтому оценивать предельную деформативность необходимо также и в условиях длительного нагружения. Понизить модуль упругости можно используя низко модульные заполнители крупный и мелкий, например, керамзит, но при этом существенно снижается прочность на осевое растяжение

Исследования физико-механических характеристик керамзитобетона показывают на весьма существенное снижение модуля упругости, но при этом прочность на осевое растяжение и растяжение при изгибе довольно существенно снижается. Это вполне объяснимо, поскольку заполнитель керамзит имеет низкую прочность и большую пустотность. Внешняя нагрузка при осевом растяжении за счет низкого модуля упругости концентрируется на матрице, что создает в ней повышенное напряжение и превосходит предел прочности. Доля восприятия керамзитом нагрузки значительно меньше и после разрыва матрицы происходит разрушение керамзита. Таким образом, со снижением модуля упругости, за счет пористости заполнителя происходит снижение прочности как при сжатии так и при растяжении и следовательно, для того чтобы поле деформации и напряжении было

равномерным, наполнитель должен иметь модуль упругости сопоставимый с матрицей или выше его и обладать хорошей адгезией.

Выбор возможных добавок, способных изменять деформативные характеристики позволяет повысить трещиностойкость и долговечность конструкций и сооружений. Необходимо выявить возможный перечень добавок их концентрацию и технологию введения в бетонную смесь, а также провести сравнительные эксперименты по оценке модуля упругости и предельной деформативности при кратковременном и длительном нагружении.

В работах [4 – 5] было отмечено, что заменяя крупный наполнитель растворной частью, а также используя модификатор бетона МБ-50С в состав которого входит микрокремнезем, зола-уноса и суперпластификатор С-3, а также используя воздухововлекающие или газообразующие добавки, можно регулировать модулем упругости и мерой ползучести. Варьируя дозировкой модификатора, возможно снизить модуль упругости на 20% и изменять меру ползучести в пределах 40-60%. Данные исследования были проведены для бетона класса В80.

Наиболее перспективным направлением в повышении прочности на осевое растяжение и растяжение при изгибе, а также в направлении снижения модуля упругости и повышения предельной деформативности могут стать полимерцементные бетоны [1 – 3].

Полимерные добавки, вводимые в бетон, образуют на поверхности зерен цемента, наполнителя, а также в порах капилляров тонкую пленку, которая обладает хорошей адгезией и способствует повышению сцепления наполнителя с цементным камнем. Благодаря этому у бетона появляется ряд улучшенных качеств. Повышается непроницаемость и морозостойкость, повышается адгезия к старому бетону, стойкость к истиранию и воздействию динамических нагрузок, снижению модуля упругости и повышению прочности на осевое растяжение с увеличением предельной деформативности.

Для оценки влияния полимерной добавки “Элотекс” на основе сополимеров винилацетата и этилена были изготовлены 2 серии образцов-призм размером 10x10x40см. В второй серии отсутствовала полимерная добавка, а в цемент первой серии вводился порошок “Элотекс” в количестве 2,68 % от массы цемента который перемешивался с цементно-песчаным раствором, а затем добавлялся щебень и вода. Обе серии имели один и тот же состав 1: 1,60: 2,95 при водоцементном отношении 0,511. Использовался портландцемент М400 в количестве 390 кг/м³. В качестве наполнителя использовался фракционированный гранитный щебень 5-10, 10-20мм кварцевый песок средней крупности. Для увеличения подвижности бетонной смеси вводился готовый раствор суперпластификатора С-3. Осадка конуса с полимерной добавкой составила 16 см, а без добавки 6 см. Бетонная смесь перемешивалась в гравитационной бетономешалке с последующим уплотнением на виброплощадке. После распалубки образцы хранились в течении месяца в мокрых опилках, а далее в лабораторных условиях в течении 2-х месяцев. Средняя плотность образцов 1 серии составила 2,32 г/см³, скорость ультразвука 3988 м/сек, а для 2 серии соответственно 2.39 г/см³ и 4475 м/сек.

В каждой серии было по 10 образцов-призм, которые разделили на три группы для испытания на сжатие по методике получения полных диаграмм деформирования бетона (ПД ДБ) [6], на осевое растяжение и растяжение при изгибе. Для измерения деформации использовались тензорезисторы с базой 50 мм и индикаторы часового типа с ценой деления 0,001мм. В процессе испытания проводилось ступенчатое нагружение с выдержкой на ступени 5 минут. Методика подготовки и испытания образцов на осевое растяжение и растяжение при изгибе представлена в статье [10].

Для получения предельных относительных деформаций соответствующих пиковой нагрузке и деформаций на нисходящей ветви при 0,85 R_b ,была использована методика [6] которая позволяет определить данные деформации.

По результатам испытаний были определены физико-механические характеристики которые представлены в Таблицах 1,2. Для каждого вида нагружений построены графики „ $\sigma - \varepsilon$ “, Рис 1-5

Табл. 1. Физико-механические характеристики бетона, полученные при сжатии.

	R_b , МПа	E_b , МПа	ν	$\varepsilon_{b0} \cdot 10^{-5}$	$\varepsilon_{b0}^{-0,85} \cdot 10^{-5}$
1 серия	26,46	24,53	0,218	262,9	319,9
2 серия	37,36	30,87	0,209	235,2	291,0

Табл. 2. Физико-механические характеристики бетона, полученные при осевом растяжении и растяжении при изгибе.

	Осевое растяжение		Растяжение при изгибе	
	R_t МПа	$\varepsilon_{t0} \cdot 10^{-5}$	R_{tf} МПа	$\varepsilon_{tf0} \cdot 10^{-5}$
1 серия	2,20	9,2	4,50	24,9
2 серия	2,85	9,3	4,60	24,1

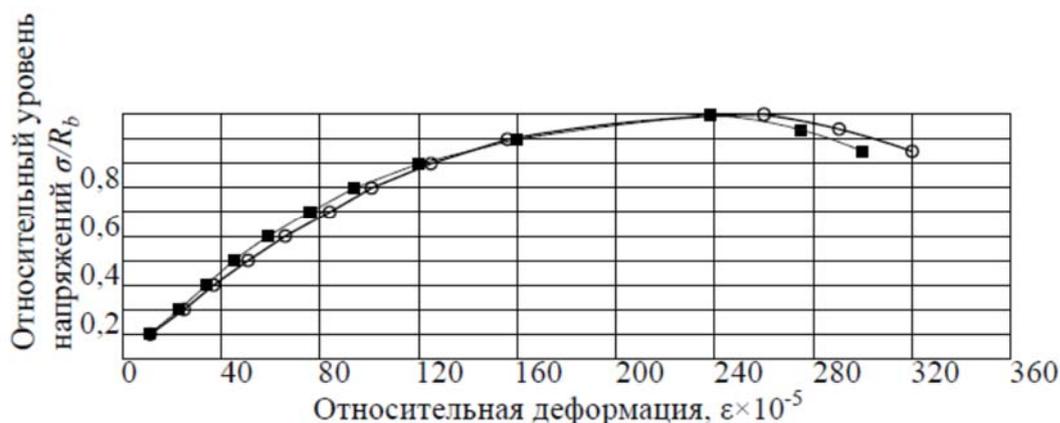


Рис. 1. Полная диаграмма деформирования бетона $\sigma/R_b - \varepsilon$: о- 1-я серия; ■- 2-я серия.



Рис. 2. Полная диаграмма деформирования бетона $\sigma/R_b - \varepsilon$ (1 серия): о-эксперимент; Δ-по формуле (1)

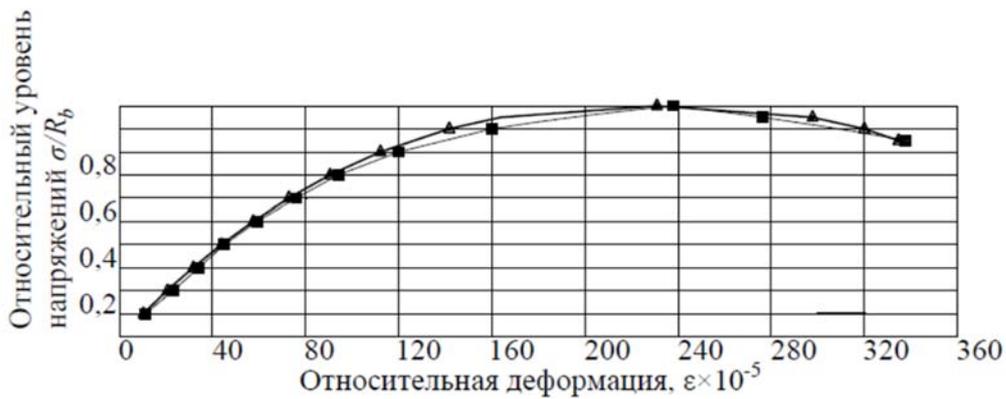


Рис. 3. Полная диаграмма деформирования бетона $\sigma/R_b - \epsilon$ (2 серия): ■- эксперимент; Δ -по формуле (1)

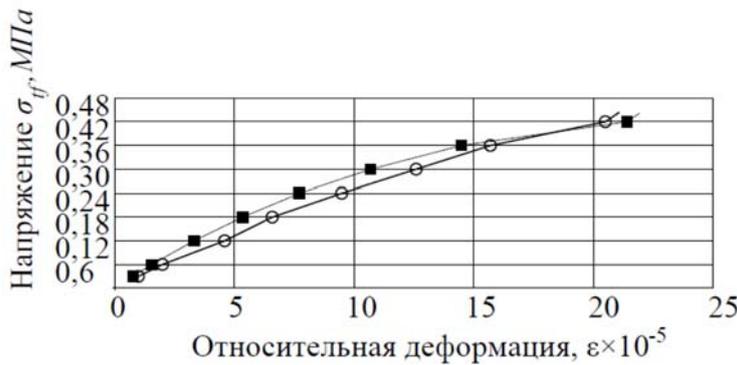


Рис. 4. Диаграмма деформирования бетона $\sigma - \epsilon$ на растяжение при изгибе: о-1-я серия; ■-2-я серия.

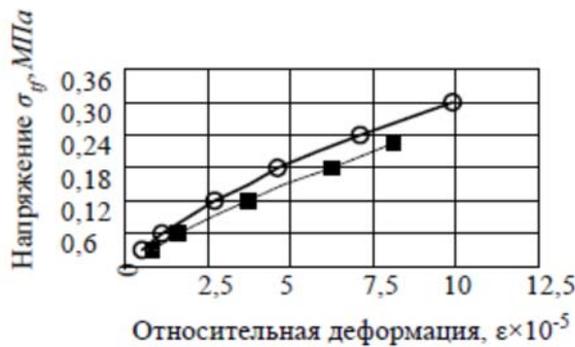


Рис. 5. Диаграмма деформирования бетона $\sigma - \epsilon$ при осевом растяжении: ■- 1-я серия; о- 2-я серия

Как видно из Таблиц 1,2 введение полимера “Элотекс” существенно снижает прочность на сжатие и осевое растяжение. Прочность на сжатие снизилась на 29,2%, а на осевое растяжение на 20,4%, при этом модуль упругости при сжатии снизился на 20,4%.

Анализируя результаты исследований по оценке предельной относительной деформативности соответствующей пиковой нагрузке и деформации на нисходящей ветви при $0,85R_b$, можно отметить повышение этих характеристик соответственно на 11,8 и 9,9%. Сравнивая предельные относительные деформации при осевом растяжении и растяжении при изгибе можно заметить их равенство, что не смотря на снижение прочности на осевое растяжение, компенсируются за счет снижения модуля упругости у 1 серии с полимером.

Для аналитического описания полной диаграммы деформирования бетона на сжатие в статьях [9 – 10] было предложено уравнение (1), которое позволяет определить по

полученным R_b и E_b промежуточные значения относительной деформации и деформации соответствующие пиковой нагрузке и уровню ниспадающей ветви $0,85R_b$. На Рис 2,3 представлены кривые полных деформаций в соответствии с уравнением (1) и по результатам эксперимента. Как видно из Рис 2,3 между аналитическим выражением и экспериментальными данными наблюдается удовлетворительное совпадение.

$$\varepsilon_{\eta} = 0,0225 \sqrt[3]{\frac{R_b}{E_b}} \times \left(1 \pm \sqrt{1 - \frac{\sigma}{R_b}} \right) \quad (1)$$

- где ε_{η} -относительная деформация при уровне σ/R_b , знак (-) используется на восходящем участке, а (+) на нисходящем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, эксперименты доказали, что использование полимера “Элотекс” в данном количестве хотя и способствовало снижения модуля упругости и предельной относительной деформации ε_{b0} , но существенно снижает прочность на сжатие и осевое растяжение. Что не позволяет рекомендовать данный полимер к использованию для увеличения предельной деформативности и снижения модуля упругости.

Можно предположить, что из-за существенной разницы в модулях упругости и прочности матрицы, заполнителя и полимера, создать однородное поле деформаций с равномерным распределением напряжений весьма не просто и введение экономически обоснованного количества полимера навряд ли возможно, а следовательно использование полимеров для снижения модуля упругости и увеличения предельной деформативности маловероятно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безгодков И.М., Дмитренко Е.Н., Начарова А.Н. Регулирование деформационных свойств бетона // Технологии бетонов. 2018. №11-12. С. 50-52.
2. Каприелов С.С., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кузнецов Е.Н. //О регулировании модуля упругости и ползучести высокопрочных бетонов с модификатором МБ-50С. // Бетон и железобетон. 2003. №6. с.2-7.
3. Каприелов С.С., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кузнецов Е.Н. //О регулировании модуля упругости и ползучести высокопрочных бетонов с модификатором МБ-50С. // Бетон и железобетон. 2003. №6. с.8-12.
4. Попов К.Н. Полимерные и полимерцементные бетоны, растворы и мастики. Учебное пособие для СПГУ -М.: Высшая школа, 1987. 72с.
5. Баженов Ю.М. Технологии бетонов М.: Изд. АСВ, 2003. -500с.
6. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. 2-е изд. переработанное с дополнениями –М.: 1998. -768 с.
7. Безгодков И.М., Андрианов А.А. Некоторые особенности исследования высокопрочных бетонов при длительном нагружении. //Бетон и железобетон- пути развития. Научные труды 2-ой Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону. 2005. Том 2. с.342-346.
8. Безгодков И.М., Левченко П.Ю. К вопросу о методике получения полных диаграмм деформирования бетона. 2013. №10. С. 34-36.
9. Безгодков И.М., Пахратдинов А.А., Ткач Е.В. Физико-механические характеристики бетона на щебне из дробленого бетона. // Вестник МГСУ, 2016. №10, с.24-33.
10. Безгодков И.М. К вопросу оценки предельной относительной деформации бетона при сжатии для различных классов бетона // Бетон и железобетон. -2015 -№5.-С.9-11.

АКТУАЛЬНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ГИБКОГО БЕТОНА

*Артемчук Е.А., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Борисюк Е.А., старший преподаватель каф. ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

Сущностная проблема обычного бетона - это его низкая прочность на растяжение при изгибе. Этот недостаток проявляется в виде трещин в зоне растяжения, и как следствие, в последующем разрушении. Для предотвращения разрушений бетон армируют специальной арматурой. Исключить арматуру из железобетона и при этом увеличить прочность на сжатие и растяжение при изгибе – важнейшая задача ученых и инженеров, работающих в сфере развития бетонов. В значительной степени решить ее позволяет относительно новый материал – фибробетон. Существует несколько разновидностей фибробетона, отличием которых является разные виды фибры в его составе. Фибра по-разному влияет на физико-механические свойства бетона и, соответственно, на прочность на растяжения при изгибе, которая все равно выше, чем у обычного бетона. Некоторой разновидностью фибробетона является новейшая разработка, так называемый **гибкий бетон**, который способен, не разрушаясь, значительно деформироваться без раскрытия трещин.

Ключевые слова: фибра, стеклофибра, базальтовая фибра, микрофибра, фибробетон, гибкий бетон.

ВВЕДЕНИЕ

Бетон на сегодня это один из самых востребованных строительных материалов, который заслуженно считается незаменимым. Его особенностью является то, что он обладает огромным разнообразием свойств, которые позволяют использовать его в разных областях строительства [1]. При необходимости бетон может принять любую форму, выполнять любые функции и выдерживать практически любые нагрузки. Перспективы бетона в строительстве продолжают расти, происходит непрерывное совершенствование технических характеристик и технологий производства, это ведет к повышению его качества, внедрению эффективных методов и конструкций [2]. В последнее время различные исследовательские группы работают над усовершенствованием бетона, разрабатывают новые типы, обладающие необычными и нетипичными свойствами и характеристиками [3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Современная строительная наука располагает различными новыми направлениями в развитии бетона. Однако, новейшие разработки в этой сфере не решают его сущностной проблемы – бетон остается хрупким, не пластичным, не гибким материалом, с низкой прочностью на растяжение при изгибе. Известно, что бетон имеет прочность на изгиб меньше чем на сжатие в 5 - 20 раз. Этот недостаток проявляется в виде трещин в зоне растяжения, и как следствие, приводят к его раннему разрушению. Для предотвращения разрушений бетон армируют специальной арматурой, располагающейся в зоне растяжения. Арматура принимает растягивающие напряжения на себя, увеличивая способность бетона сопротивляться изгибающим нагрузкам. Исключить арматуру из железобетона, увеличить прочность на сжатие и на растяжение, избавить от хрупких разрушений – эта важнейшая задача для многих современных ученых, работающих в сфере развития бетонов. В значительной степени решить ее позволяет фибробетон, известный достаточно давно, но получивший развитие лишь последние 15-20 лет. Основываясь на результатах анализа развития и совершенствования бетонов, следует отметить, что фибробетон является одним из наиболее перспективных строительных материалов XXI-го века.

Фибробетон – это композиционный мелкозернистый материал, одним из составляющих которого является армирующий наполнитель в виде фибры - волокна из разных материалов

длиной 5-30 мм, равномерно распределенного по всему объему бетона. Применение фибры в его составе улучшают характеристики полученного бетона: прочность повышается до 30%, возрастает стойкость к физическим нагрузкам, повышается трещиностойкость. Так же фибра в бетоне применяется для замены традиционного армирования, соответственно меняется и характер трещинообразования (рис.1).

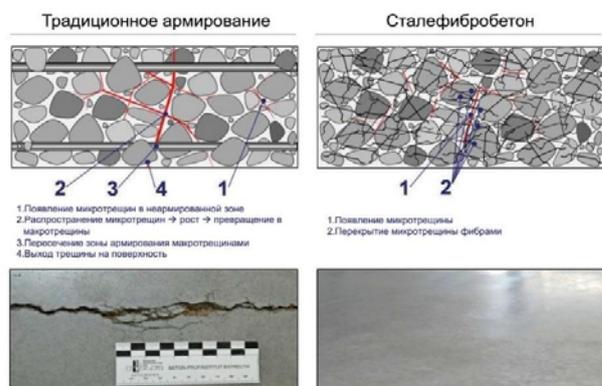


Рис.1. Характер влияния фибры на трещинообразование в бетоне

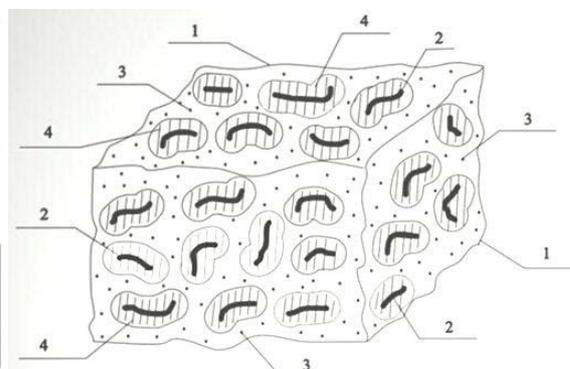


Рис.2. Характер распределения фибр в бетоне

Структура фибробетона представляет собой однородную систему, которая со всех сторон пронизана волокнами из различных материалов. Именно они определяют технические характеристики бетона, создают эффект армирования (рис. 2).

Волокна используются в бетоне по разным причинам, но не все они действуют одинаково или имеют одинаковый эффект. Например, первичное армирование используется для улучшения свойств изгиба или растяжения бетона, а вторичное – для контроля усадки, предотвращения образования и распространения трещин в цементной матрице путем преодоления микротрещин.

Важнейшее влияние на физико-механические свойства фибробетона оказывает вид фибры. Различают две основных группы фибры: металлическая – исходным веществом является сталь, которая имеет различную форму и размеры; неметаллическая – производится из таких материалов, как стекло, акрил, хлопок, базальт, полиэтилен, карбон и другие.

Наиболее распространены стеклянные и металлические волокна. Однако все большую популярность приобретает базальтовая и полипропиленовая фибра, находят применение и углепластиковая, карбоновая фибра [4, п. 1.3]. Волокна хлопка, вискозы и нейлона предают специфические особенности бетону, армированному фиброй из стали.

Минеральные и химические волокна обладают уникальными физико – химическими и эксплуатационными свойствами. Наибольшее распространение получили стеклянные, базальтовые и полиолефиновые волокна ввиду доступности и приемлемой цены. Основные свойства и показатели неметаллических волокон представлены в таблице №1.

Табл. 1. Основные свойства неметаллических волокон

Физико-механические свойства	Базальтовая фибра	Стеклоанная фибра	Полипропиленовая фибра
Плотность, кг/м ³	2600-2700	2600	910
Термостойкость, °С	700	730-1670	165
Модуль упругости, Мпа	7100-11000	7000-8000	3500-8000
Прочность при растяжении, Мпа	1600-3600	1050-3850	170-770

Достоинства фибробетона заключаются в том, что он обеспечивает устойчивость к растрескиванию при пластической усадке, истиранию, циклам замораживания - оттаивания, сопротивлению удару, а также огнестойкость, прочность, антимикробную защиту и

пониженную проницаемость. Недостатками фибробетона являются сложность технологического контроля производства и повышенная стоимость фибробетонного состава.

Фибробетон применяется в конструкциях, как промышленного, так и бытового характера, на которые оказывается сильное давление со стороны окружающей среды. Каждый исходный материал имеет свою сферу применения.

Фибра по разному влияет на физико-механические свойства бетона и, соответственно, на прочность на растяжения при изгибе, которая все равно выше, чем у обычного бетона, но несмотря на это он не решает проблему разрушения без лавинного трещинообразования. Некоторой разновидностью фибробетона является новейшая разработка, так называемый гибкий бетон, который способен, не разрушаясь, значительно деформироваться без раскрытия трещин.

Гибкий бетон. Термин «Гибкий бетон» (Engineered Cementitious Composite - ECC) означает, что бетон состоит из материалов специального типа, которые делают его гибким. Он проявляет пластичные свойства материала, вместо хрупкого, которые свойственны обычным бетонам. Для придания бетону гибкости вместо крупного заполнителя применяются волокна, которые используются в фибробетоне. Микроволокна обеспечивают его гибкость и действуют в качестве армирующего материала. Основное различие гибкого и фибробетона состоит в том, что после растрескивания ECC деформируется, в то время как в фибробетоне трещина раскрывается с разрывом волокон, из-за чего способность выдерживать нагрузки снижается. Кроме того, ECC имеет высокую вязкость разрушения, которая аналогична вязкости алюминиевых сплавов и их устойчивость к повреждениям чрезвычайно высока. Гибкий бетон изготавливается из тех же базовых ингредиентов, что и обычный бетон, но с добавлением агента суперпластификатора, требуемого для придания удобоукладываемости смеси.

Поливиниловое спиртовое волокно (Poly vinyl Alcohol Fiber - PVA) используется в гибком бетоне для обеспечения прочности конструкции и контроля усадки. Сочетание хорошо диспергированных волокон микро-PVA и прочной мелкозернистой однородной матрицы приводит к удивительной способности бетона изгибаться и растрескиваться без потери прочности. Из-за высокодисперсных микроволокон, трещины становятся маленькими, а иногда даже невидимыми. Гибкий бетон представляет собой сложный композит из поливиниловых спиртовых волокон, с их содержанием от 1% до 2%, в правильно подобранной смеси с использованием мелких заполнителей.

Волокна PVA прозрачные, короткие (всего 6-8 мм в длину), а их диаметр с человеческий волос, они незаметны в смеси. Это значительно упрощает перемешивание и укладку. Гибкий бетон может быть приготовлен жестким и пластичным, легко формуемым или виброуплотняемым. Формование проходит быстрее и эффективнее, так как формы могут заполняться одной непрерывной заливкой, а не отдельными слоями. Сложная конструкция из PVA-волокон обусловлена его гидрофильностью.



Рис.3. Поливиниловые спиртовые волокна



Рис.4. Прогиб плиты из гибкого бетона

Особенностью гибкого бетона является то, что он более прочный, долговечный, пластичный, чем обычный бетон. Он не хрупкий и не выделяет большое количество вредных веществ. Гибкий бетон более устойчив к растрескиванию, а также примерно на 20-40 % легче обычного бетона. Может использоваться как сборный железобетон, а использование стальной арматуры сокращается и может быть полностью устранено.

С целью подтверждения преимуществ гибкого бетона были проведены эксперименты [5]. При их проведении был использован мелкозернистый бетон, включающий: цемент класса по прочности М500, речной песок (крупность зерен менее 5 мм), золу-уноса, волокно PVA (длина 12 мм, диаметр 40 мкм), суперпластификатор и воду. Крупный заполнитель в смеси не используется, так как он увеличивает ширину трещин, а особенность ЕСС бетона заключается в образовании микротрещин с большим прогибом. Зола-уноса химически взаимодействует с побочным продуктом гидратации цемента $\text{Ca}(\text{OH})_2$, с образованием дополнительных гидросиликатов Ca , которые улучшают свойства бетона.

Состав мелкозернистого бетона соответствует классу по прочности В25. Ц:П:З:В = 1:1,5:1,5:0,35; PVA – 1% от массы смеси; СП – 0,5% от массы смеси. Перемешивание осуществлялось вручную. Были заформованы образцы-кубы (15x15x15 см) для контроля прочности и плиты (730x150 x30 мм).



Рис.5. Формование куба



Рис.6. Формование балки

Твердение: после 24-х часов твердения на воздухе образцы хранились в воде в течение 27-ми суток. После отверждения образцы вынимают из воды и подсушивают на воздухе перед проведением испытания.

Определение прочности на сжатие проводили при помощи гидравлического прессы СТМ. В ходе этого эксперимента было выявлено, что прочность на сжатие гибкого бетона практически не уступает прочности обычного бетона.

Табл. 2. Результаты испытаний на прочность

Вид бетона	Период твердения	Предельная нагрузка,	Площадь, см^2	Прочность на сжатие ($\text{Н}/\text{мм}^2$)
Обычный	7 суток	585	225	26
	28суток	904	225	40,2
Гибкий	7 суток	612	225	27,2
	28суток	936	225	41,6

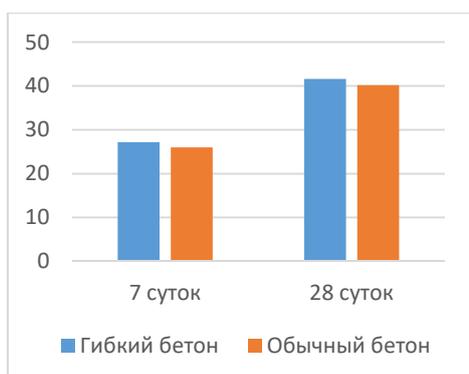


Рис.7. Сравнительные диаграммы прочности бетона

Прочность растяжения при изгибе гибкого бетона после 7-ми суток твердения на 20 % больше обычного бетона и после 28-ми суток, превышает прочность на изгиб на 15 %.

Табл. 3. Результаты испытания прочности на изгиб бетонной плиты

Размеры плиты	Прочность на изгиб (Н/мм ²)		
	Время твердения	Гибкий бетон	Обычный бетон
700x150x30 мм	7 суток	3,75	3,03
	28 суток	5,56	4,24
700x150x60 мм	7 суток	3,81	3,20
	28 суток	5,92	5,15

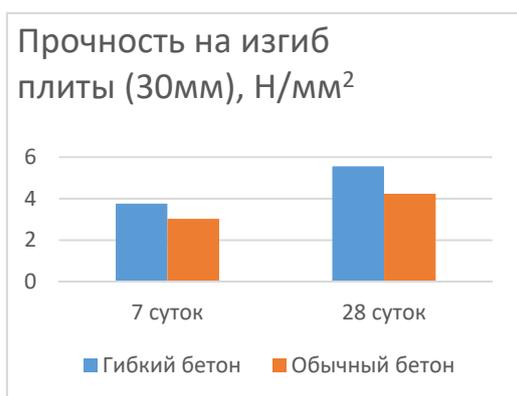


Рис.8. Сравнительные диаграммы прочности бетона на растяжение при изгибе



Рис.9. Сравнительные диаграммы прогиба бетона при изгибе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие фибробетона позволило значительно повысить качество бетона, при этом применение новых технологий и видов фиброволокон позволило получить гибкий бетон с высокой степенью прогиба без раскрытия трещин. Эксперименты подтвердили возможности получения бетонов с высоким прогибом плиты при использовании PVA волокон. Совершенствование нового подхода при изготовлении фибробетона позволит в перспективе частично или полностью заменить арматуру в бетоне. Надо полагать, что гибкий бетон можно рассматривать как перспективный материал при использовании конструкций работающих в сейсмоопасных зонах, так как он не имеет разрушений лавинного характера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чаус К.В., Чистов Ю.Д., Лабзина Ю.В. Технология производства строительных материалов, изделия и конструкции. Учебное издание. Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/7-stroymaterialy/index.htm>

2. *Арбеньев А.С., Крулов Б.А.* Бетон и его эффективное применение в строительстве // Журнал «Технологии бетонов» 3-4 2010. Режим доступа: <http://www.tehnocon.ru/>
3. *Сергеевна И.М.* Новые виды бетона – перспективные материалы современности // Журнал «Университетская наука» №1(5) 2018
4. *Зотов А.Н.* Структура и свойства модифицированных мелкозернистых бетонов с полипропиленовой фиброй // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2016 год
5. *S.Ooviya, S.Vaishalani, D.Nethra, S.Karuppasamy.* Experimental Study on Flexible Concrete // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology. April 2018

ВЫСОКОПРОЧНЫЕ И СВЕРХПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ

*Куркина Е.А., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Борисюк Е.А., старший преподаватель каф. ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

Применение высокопрочных бетонов является достаточно актуальным вопросом в настоящее время, так как они достаточно широко используются при возведении сложных и уникальных, с инженерной точки зрения, объектах. Создание бетонов с высокими показателями прочности является задачей, требующей определения его оптимального состава и соответствующих технологий изготовления. Для получения высокопрочных бетонов требуются высококачественные заполнители, различные добавки - суперпластификаторы, смешанные вяжущие и инновационные методы обработки компонентов. Технологии изготовления высокопрочных и сверхпрочных бетонов представляются весьма перспективными направлениями. Рассмотрен сверхэффективный бетон, прочность которого колеблется в пределах 150 МПа и 250 МПа прочностью.

Ключевые слова: прочность, высокопрочный бетон, сверхпрочный бетон, ВНВ, цемент, добавки.

ВВЕДЕНИЕ

Прочность – это важнейшая характеристика, определяющая качество и эксплуатационные свойства бетонных и железобетонных конструкций. Высокие показатели прочности бетона дают возможность избежать многих неприятных последствий для строительных сооружений. Все чаще для решения различных практических задач строительства находят применение высокопрочный бетон, благодаря своим превосходным характеристикам – оптимальному соотношению прочности и средней плотности и высокой долговечности. Для современных технологий производство высокопрочного бетона не представляет принципиальных трудностей. Тем не менее достижение проектных параметров свежего и затвердевшего бетона, выбор технологически и экономически оптимального состава требуют серьезной научной и практической подготовки. Все более актуальной становится задачи разработки, производства и применения сверхпрочного бетона - плотного материала, прочность на сжатие которого превышает 150 МПа [1]. Такой бетон представляет собой высокотехнологичный композиционный материал, полученный с применением новых технологий. Основной сферой применения сверхпрочного композита являются сложные по геометрии проекты или высотные здания, а также строительство мостов, гидротехнических сооружений и других специальных объектов, фактически подобный композит направлен на решение сложных архитектурных или инженерных задач и редко используется в массовом строительстве.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Применение высокопрочного бетона взамен обычного позволяет существенно облегчить конструкцию и, как следствие, уменьшить нагрузку на фундамент, дает возможность значительно увеличить этажность здания, при этом сооружения из высокопрочного бетона способны служить много десятков лет. Свойства бетона в значительной степени определяются его структурой. Процесс формирования структуры бетона включает несколько этапов: выбор сырья, проектирование состава, приготовление, укладка и уплотнение бетонной смеси, схватывание и твердение бетона [5]. Основными направлениями для получения высокопрочных и сверхпрочных бетонов являются традиционные способы повышения прочности бетона:

- понижение содержания воды затворения за счет применения добавок суперпластификаторов (так, снижение В/Ц бетона вплоть до значений нормальной густоты цементного теста дает возможность повышения прочности на сжатие на 30% и более);
- увеличение плотности цементного камня, связанная с устранением разупрочняющих пустот;
- использование сложных многокомпонентных вяжущих с применением активного кремнеземистого компонента;
- применение высокотехнологичных интенсивных способов приготовления вяжущих и бетонов;
- использование стальной и полимерной фибры;
- применение нанотехнологии;
- высокие требования к качеству заполнителей для получения высокопрочного бетона.

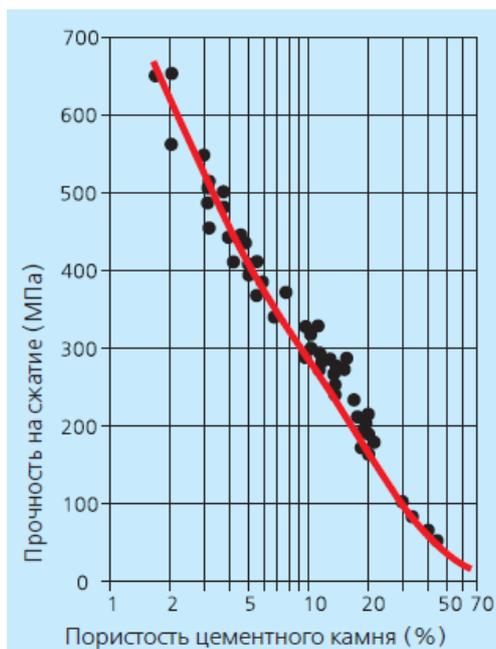


Рис. 1. Принципиальная зависимость между пористостью и прочностью на сжатие цементного камня.

Для бетона массивных конструкций, важно умеренное или низкое тепловыделение при гидратации, не вызывающее деформаций структуры бетона[3].

Понижение содержания воды затворения, при обеспечении слитной структуры бетона, определяет его высокие прочностные характеристики. С увеличением В/Ц возрастает пористость материала и снижается его прочность. Для производства высокопрочного бетона водоцементное отношение (отношение В/Ц) должно быть значительно ниже 0,4, за счет чего уменьшается пористость и повышается прочность матрицы цементного камня. На рисунке 1 показана зависимость между пористостью и прочностью на сжатие цементного камня. При минимальном В/Ц и, следовательно, низком содержании воды в смеси удобоукладываемость бетона в реальных условиях достигается лишь за счет увеличения содержания вяжущего и особенно за счет добавления пластификатора. Использование пластификаторов и суперпластификаторов является практически обязательным условием при изготовлении высокопрочных бетонов[1].

Важным направлением в получении высокопрочных бетонов является разработка высокоэффективных многокомпонентных вяжущих. Бетоны на основе вяжущих низкой водопотребности (ВНВ) характеризуются высокой морозостойкостью и трещиностойкостью; водопоглощение их ниже, чем у обычных бетонов в 2,0-2,5 раза, а деформация усадки и ползучести - на 10-20%. Водопотребность бетонных смесей на основе ВНВ на 35-50% ниже, чем у бетонных смесей на основе исходного портландцемента, и определяется, в первую очередь, водопотребностью вяжущего в цементном тесте. Бетонные смеси ВНВ-50 и ВНВ-100 характеризуются повышенной чувствительностью к изменению расхода воды тем больше, чем больше расход вяжущего. С применением ВНВ-100 удастся получить особопрочные легкие и особотяжелые бетоны, однако важная роль при этом принадлежит природе, прочности, плотности и геометрической форме заполнителей. Так использование высокопрочного и высокоплотного габбро позволяет получать бетоны прочностью более 150 Мпа[4].

ВНВ получают по специальной технологии совместным помолом ингредиентов: клинкера или готового портландцемента и сухого модификатора, а также при необходимости активной минеральной добавки (золы-уноса, пуццоланы, шлаки и/или наполнителя, а также

гипсового камня (гипса). Механохимическая обработка позволяет синергетически усилить полезные свойства компонентов комплексного вяжущего: прочность цемента возрастает на 2-3 марки, а пластифицирующий эффект органического компонента модификатора увеличивается примерно в два раза.

Другим распространенным видом вяжущих являются **тонкомолотые многокомпонентные цементы (ТМЦ)**. Бетоны на ТМЦ характеризуются повышенной морозостойкостью и водонепроницаемостью, позволяют сокращать расход клинкерного цемента и увеличивать прочностные показатели. Экономия исходного портландцемента в зависимости от модификации ТМЦ колеблется в весьма широких пределах от 5 до 60%. Наибольшая экономия достигается в бетонах на основе ТМЦ с активными минеральными добавками (золой, шлаком, перлитом) и суперпластификатором С-3 [4].

Применение фибры. Фибра – это вспомогательный строительный материал, представляющий собой синтетические волокна, используемые для микроармирования бетонных конструкций. Ее добавляют также в сухие смеси и растворы с целью повышения их свойств и характеристик. С целью сокращения взрывного разрушения бетона и повышения его прочности на растяжение при изгибе добавляют мелкую стальную фибру в количестве до 2,5% от объема бетона. В результатах исследований, опубликованных в Международном научно-исследовательском журнале (IJSR), бетон с добавлением 5% кремнезема и 1,5 - 2,0% стальных волокон, с точки зрения механических свойств и долговечности является высокопрочным с улучшенными характеристиками [6].

Заполнители и минеральные добавки. Необходимо очень хорошее сцепление между зернами заполнителя и матрицей цементного камня. В данном случае превосходный результат достигается за счет добавления пуццолановых вяжущих. В случае производства крупногабаритных элементов или при повышенной температуре окружающей среды целесообразно скомбинировать портландцемент и шлакоцемент, заменив также одну часть портландцемента на золу-унос от сжигания каменного угля. В качестве заполнителей для того, чтобы уверенно выйти на прочность выше 100 МПа, рекомендуется применять мелкий базальтовый, габбровый или гранитный щебень [1].

В качестве минеральных добавок при производстве высокопрочных бетонов используются: микрокремнезем, зола-унос каменного угля, метакаолин, нанокремнезем (кремневая кислота) и каменная мука (кварцевая и известняковая мука). Микрокремнезем имеет в данном контексте особое значение: сферические частицы микрокремнезема диаметром примерно 0,2 микрометра заполняют пустоты между частицами цемента и усиливают сцепление между зернами заполнителя и цементным камнем за счет разрушения низкопрочных кристаллов портландита (пуццолановая реакция).



Рис. 2. Заполнение межцементного пространства частицами нано- и микрокремнезема.

Наиболее результативно, хотя, на первый взгляд, затратно введение микрокремнезема - SiO₂ в высокодисперсном, аморфизированном, реакционноспособном состоянии. Иллюстрация Рис. 2 представляет схему заполнения объема между зернами цемента частицами нано-и микрокремнезема.

Также компонентами, улучшающими качество бетона, являются два порошка, один дисперсный (каменная мука), другой – тонкозернистый, очень тонкий песок фракции 0,1-0,5 мм. Эти бетоны названы порошково-активированными из-за большого количества порошкообразного компонента – каменной муки и тонкозернистого песка, а бетонные смеси – суспензионно-наполненными. Разновидность

бетона нового поколения французского происхождения не без основания названа реакционно-порошковым бетоном. Здесь нет крупного заполнителя, а значит, устранена опасность разрушения по зоне контакт «заполнитель цементный камень» [7].

На диаграмме (Рис. 3) можно увидеть тенденцию к снижению доли содержания и роли крупного заполнителя при одновременном увеличении и значимости минеральных дисперсных компонентов в обеспечении высоких свойств бетона.

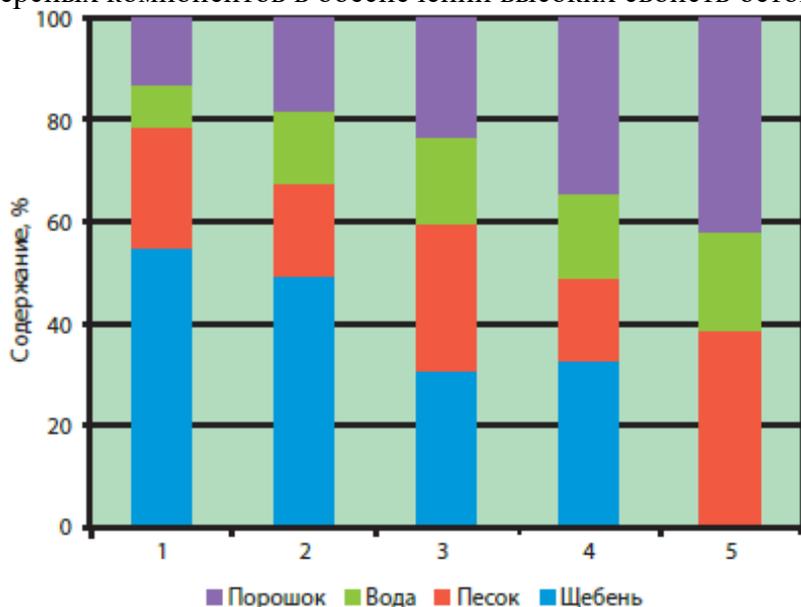


Рис. 3. Объемы компонентов в БНП

1 - традиционный; 2 - высокофункциональный НРС; 3 - самоуплотняющийся SCC; 4 - ультравысокофункциональный УНРС; 5 - реакционно-порошковый РС.

Сверхпрочные бетоны. Наиболее полно современные возможности технологии бетона нашли подтверждение в создании и производстве высококачественных и высокотехнологических бетонов. Под этим термином, объединены многокомпонентные бетоны с высокими эксплуатационными свойствами, прочностью, долговечностью, низким коэффициентом диффузии и истираемости, надежными защитными свойствами по отношению к арматуре, высокой химической стойкостью, бактерицидностью и стабильностью объема. По оценкам японских исследователей прогнозируемый срок службы таких бетонов - около 500 лет [5]. Высокоэффективной разработкой является сверхпрочный бетон (УНРС – Ultra High Performance Concrete), который армирован стальным волокном, прочность при сжатии которого колеблется в пределах 150 МПа и 250 МПа. Такой бетон позволяет создавать конструкции и сооружения, отличающиеся одновременно как высокой несущей способностью, так и тонкостью контуров и долговечностью. Помимо правил производства высокопрочных бетонов для изготовления УНРС были установлены следующие технологические требования: дальнейшее снижение водоцементного отношения до $V/C = 0,2$; неременное использование микрокремнезема и пластификатора; оптимизация плотности упаковки зерен заполнителя вплоть до нановеличин; ограничение максимального размера крупнейших зерен с 8 мм, как правило, до 2 мм; использование заполнителей из горных пород повышенной прочности; в некоторых случаях затвердевание в условиях повышенного давления (примерно до 500 бар) и повышенной температуры (до 250 °С). Применение высокопрочных бетонов предлагает следующие преимущества: уменьшение габаритов опалубки для колонн, балок и стеновых элементов; уменьшение строительной толщины или увеличение несущей способности конструкций, работающих на изгиб; создание более изящных контуров при увеличении длины пролетов конструкций, работающих на изгиб (большепролетные мосты); одинаковые размеры опалубки в условиях заводского производства колонн, рассчитанных на различную нагрузку, или для

производства колонн для всех этажей при монолитном строительстве (высокопрочный бетон на нижних этажах); сокращение расхода бетона и арматуры и, соответственно, транспортировочной и монтажной массы, более высокая начальная прочность, более ранняя распалубка и предварительное обжатие, что обеспечивает возможность более ранней эксплуатации элемента; более высокая плотность, водо- и газонепроницаемость за счет низкого содержания капиллярных пор; более высокая износостойкость; повышенная коррозионная защита арматуры за счет чрезвычайно медленного распространения карбонизации; повышенная стойкость к химически активным веществам [1].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разнообразие способов и методов получения высокопрочных и сверхпрочных бетонов свидетельствует о том, что проблема таких бетонов актуальна и находится в постоянной разработке. Наиболее перспективными направлениями является разработка бетонов на основе ВНВ и с применением добавок суперпластификаторов. Разработка высококачественных бетонов обеспечивает возможность использования их в строительном комплексе, когда есть необходимость изготовления особо ответственных конструкций и сооружений, находящихся за пределами возможностей рядовых технологий производства бетона. Особая перспектива в модификации структуры бетона ожидается в применении реакционно-активного тонкоизмельченного минерального вяжущего, а также микроармирующие элементы. В настоящее время суперпластификаторы, каменная мука и тонкий песок из плотных горных пород в цементно-бетонной смеси, образующие большой объем суспензионной составляющей – основа получения бетонов нового поколения. Таким образом, вопросы и проблемы, связанные с совершенствованием технологии получения высокоактивных цемента, технологии обогащения заполнителей и модификацией бетонов минеральными добавками и суперпластификаторами требуют своего решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *В. Мещерин*, Высокопрочные бетоны: технологии производства и сферы применения. // Сборник ICCX/2007.
2. *В. Мещерин*, Рубрика: бетоны и жби: технологии, оборудование. // Журнал Стройпрофиль 8-08 18.11.2008.
3. *А.Н. Шатов*, Высокопрочные бетоны. Способы химической модификации // Журнал Технологии бетонов №9-10, 2012.
4. *Жуков А.В., Грачев С.А.* Бетоны: Материалы, Технологии, Оборудование. М.: Стройинформ, Феникс 2006 г.
5. *Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников*, Модифицированные и высококачественные бетоны.
6. *B. Pandu Ranga Rao , Dr. K. Ram Mohan Rao*, Performance of High Strength High Performance Steel Fiber Reinforced Concrete for use in Seismic Resistant Structures. // International Journal of Science and Research.
7. *А.В. Ушеров-Маршак*, Современный бетон и его технологии. // Журнал Бетон и железобетон. 2009г.

НАНОТЕХНОЛОГИИ В БЕТОНЕ

*Сорокина Т.В., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Борисюк Е.А., старший преподаватель каф. ТОУС, к.т.н.*

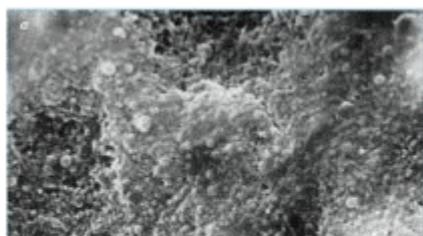
Аннотация

Развитие и внедрение новых материалов и технологий в значительной степени повышает эффективность строительной отрасли. Современные технологии позволяют восстанавливать трещины в бетоне за счет применения бактерий способствующих выработке карбоната кальция, позволяют повышать его прочность за счет применения тончайших нитей углепластиковой фибры, в несколько раз превышающей прочность стали, обеспечивают получение бетонов с высокой коррозионной стойкостью и долговечностью. Применение нанотехнологий, дает возможность получения новых видов и нового качества бетонов. В настоящее время предложены и применяются различные нанодобавки, нанотрубки и пр., которые существенно улучшают качество бетона. В статье проанализированы современные взгляды на улучшение качества бетона, за счет применения нанотехнологий и нанодобавок.

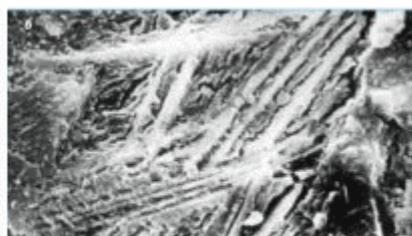
Ключевые слова: нанотехнологии, нанобетон, наночастицы, бактерии *Sporosarcina pasteurii*, самовосстанавливающийся бетон, углеволокно.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие новых технологий значительно влияет на разнообразие и качество современных строительных материалов. Бетон также претерпевает существенные изменения. Стремление повысить качество бетона при его приготовлении и в процессе эксплуатации, привело к появлению новых, неожиданных научных и технических решений. Так, возникновение трещин в бетоне, вызванное ростом в нем напряжений при перепадах температур, ввиду неоднородности структуры, обусловило появление технологии самовосстановления бетона с помощью бактерий. Споры бактерий *Sporosarcina pasteurii* вводятся в бетонную смесь [1]. С появлением трещин в бетоне, бактерии активизируются и начинают естественным образом вырабатывать карбонат кальция, залечивая их. Это объясняется тем, что при образовании трещин в результате контакта с кислородом, щелочность бетона падает, а приток кислорода и углекислоты обеспечивает благоприятные условия для роста бактерий, которые вырабатывают кальций до полного заполнения трещин.



а



б

Рис. 1. Структура камня обычного и с добавлением нанотрубок

а – структура обычного цементного камня; б – камень, после добавления нанотрубок

Способностью к самовосстановлению обладает также **эластичный бетон** - материал применяемый при строительстве сейсмостойких зданий [2]. Особенностью бетона можно считать способность самовосстанавливаться под воздействием дождя или снега. Эти необычные свойства бетону обеспечивает добавление минералов, которые входят в состав морских раковин. Возникшие в результате нагрузки трещины в бетоне, со временем затягиваются, и прочность материала остается неизменной.

Табл.1. Сравнение характеристик обычного бетона и самовосстанавливающегося

Характеристики	Обычный бетон	Самовосстанавливающийся бетон
Образование трещин	+	временно
Долговечность	до 100 лет	более 200 лет
Плотность бетона	до 2500 кг/м ³ и выше	до 1800 кг/м ³
Прочность при сжатии	B15	B25
Прочность при изгибе	Btb6,8	Btb8
Способность к регенерации	-	+

Тонкое и прочное углеволокно, широко применяемое в автомобилестроении и авиации, в последнее время начали применять и в строительстве. Углеволоконную фибру получают из полимера акрилонитрила, способного образовывать очень прочные нити, практически в 7 раз превышающие прочность стали. Фибра из углеволокна позволяет получить бетон очень высокой прочности, с другими высокими техническими характеристиками [3, 10].

Табл.2. Технические характеристики углеволоконной фибра для бетона

Волокно	Плотность, г/см ³	Диаметр, мкм	Модуль упругости, МПа	Прочность на растяжение, Мпа	Удлинение при разрыве, %	Щелочестойкость
FibARM Fiber C	1,7-1,8	6-9	180-230	2500-2850	0,8	++

Поиски путей повышения и управления качеством материалов привели к необходимости изучения их на микро- и нано- уровнях. На уровнях, где идет формирование микроструктуры материалов: рост кристаллов, взаимодействие молекул и т.д. В настоящее время широкое развитие получили строительные материалы, полученные по нанотехнологии [4,10]. Защитные свойства водонепроницаемых нанокрасок не только не снижаются, а наоборот со временем становится лучше. При этом, в случае повреждения такого лакокрасочного покрытия, краска может самостоятельно восстановить свою структуру. Разрабатываются нанокраски, способные менять оттенки в зависимости от температуры и т.д. [4,10].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Термин «нанобетон» сегодня уже довольно часто употребляется в строительном лексиконе. Это материал нового поколения, который может стать в скором времени достойной заменой некоторых видов традиционных бетонов.

Первые успешные результаты по разработке нового строительного материала - нанобетона, российскими учеными, были получены в 1993 году. А. Пономаревым из Санкт-Петербурга и группой ученых из других городов. В настоящее время в создании новых строительных материалов на основе нанотехнологий участвуют: «Наноцентр» МЭИ, ООО «Нанотроника», НПО «Синтетика-Строй», НТЦ «Прикладные технологии» и др. [5].

Большое значение в развитии бетонов приобретает улучшение его качества за счет применения химических добавок, добавок наноразмеров [5]. Это стало возможным лишь с появлением нанотехнологий.

Нанокompозитные материалы на основе полиимидов повышают защиту от радиационного излучения. Нанокompозит на основе термостойкой и радиационно-стойкой полиимидной матрицы и наноструктурированного карбида бора не только обеспечивает поглощение излучения тепловых нейтронов, но и повышает огнестойкость материала [6].

Высокий эффект нанодобавок достигается за счет увеличения дисперсности зерен. Измельчение исходного материала сопровождается снижением числа опасных дефектов способствует росту прочности. Это обуславливает возможность использованию наночастиц в цементах и других вяжущих и должна быть подкреплена межчастичным взаимодействием на уровне химических связей.

Процессы гидратации минералов цементного клинкера и возникновение продуктов гидратации - это есть не что иное, как построение на наноуровне новых веществ. Это своеобразная «сборка» наночастиц в наносистемы и нанообъекты. С точки зрения нанотехнологии представляется уместной постановка вопроса управления образованием продуктов гидратации основных минералов клинкера и определения путей формирования нужных наносистем.

Наряду с этим, в производство бетона начинают внедряться различные наносистемы типа углеродных трубок, дающие результаты, такие как высокую прочность, самовосстановление и т.д.

Практический интерес, с точки зрения нанотехнологии, представляют и такие приемы обработки, как механохимическая активация вяжущих веществ в различных помольных установках, использование активированной воды и пр.

Сейчас работы над нанотехнологиями в строительстве ведутся в двух направлениях - создание материалов для реконструкции старых сооружений и для возведения новых зданий.

В западных странах также занимаются разработкой нанотехнологий и созданием на их основе новых строительных материалов, но, как рассказывает Владимир Мороз, председатель совета директоров НПО «Синтетика-Строй» и один из разработчиков нанобетона, только наши материалы при нанесении на железобетонную конструкцию (речь идет о восстановительных работах) заполняют все микропоры и микротрещины и полимеризуются, восстанавливая ее прочность. Если же арматура проржавела, новое вещество вступает в реакцию с коррозионным слоем, замещает его и восстанавливает сцепление бетона с арматурой. Есть и другие преимущества, среди которых более низкая цена наших материалов.

Воздушный нанобетон принципиально мало чем отличается от обычного бетона. В его составе также есть минеральное вяжущее, заполнитель и вода. Только в качестве пластификаторов применяются наноинициаторы, представляющие собой микроскопические полые нанотрубки, в несколько атомарных слоев углеродных полимеров. Диаметр этих нанотрубок всего несколько микрон, прочность углеродных полимеров достигает больше 100 ГПа. При этом они невосприимчивы к щелочам и кислотам. Когда наноинициаторы взаимодействуют с цементом, они кристаллизуются, армируя бетон и на молекулярном уровне изменяют его структуру [5].

На сегодняшний день существуют следующие методы получения углеродных нанотрубок: дуговой заряд, абляция, осаждение из газовой фазы. Электродуговой заряд. Получение в плазме электрического заряда, который горит с применением гелия. Такой процесс может выполняться при помощи специального технического оборудования для получения фуллеренов. Но при данном способе используются другие режимы горения дуги. Углеродные нанотрубки получают методом распыления. Чтобы их количество увеличилось, необходимо ввести в графитовый стержень катализатор (смесь разных групп металла). Далее, происходит изменение давления и способа распыления. Таким образом, получается катодный осадок, где и образуются углеродные нанотрубки. Готовые изделия растут перпендикулярно от катода и собираются в пучки. Они имеют длину 40 мкм. Абляция. Такой способ был изобретен Ричардом Смалли. Суть его состоит в том, чтобы испарять разные графитовые поверхности в реакторе, работающем при высоких температурах. Углеродные нанотрубки образуются в результате испарения графита на нижней части реактора. Охлаждение и сбор их происходит при помощи охлаждающей поверхности. Как правило, получают однослойные нанотрубки благодаря изменению

температуры реакции. Осаждение из газовой фазы. Итак, для начала необходимо подготовить поверхность с катализатором. В качестве него могут служить мелкие частицы разных металлов, например, кобальта, никеля и многих других. Нанотрубки начинают появляться из слоя катализатора. Их толщина напрямую зависит от размера катализирующего металла. Поверхность нагревается до высоких температур, а затем происходит подвод газа, содержащего углерод. Среди них - метан, ацетилен, этанол и т. д. В качестве дополнительного технического газа служит аммиак. Данный способ получения нанотрубок является самым распространенным. Углеродные элементы классифицируют по количеству слоев. Самый простой вид - одностенные углеродные нанотрубки. Каждая из них имеет толщину примерно 1 нм, причем их длина может быть намного больше. Если рассматривать строение, то изделие выглядит как обертывание графита с помощью шестиугольной сетки. В ее вершинах расположены атомы углерода. Таким образом, трубка имеет форму цилиндра, у которого нет швов. Верхняя часть устройств закрывается крышками, состоящими из молекул фуллерена. Следующий вид - многослойные углеродные нанотрубки. Они состоят из нескольких слоев графита, которые сложены в форму цилиндра. Между ними выдерживается расстояние в 0,34 нм. Структуру данного типа описывают с помощью двух способов. По первому, многослойные трубки - это несколько вложенных друг в друга одностенных трубок. По второму, многослойные нанотрубки представляют собой лист графита, который несколько раз оборачивается во круг себя [8].

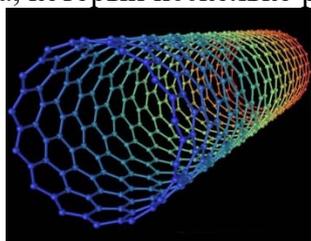


Рис. 1. Многослойные углеродные нанотрубки

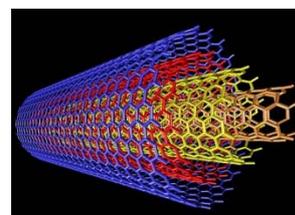


Рис.2 Одностенные углеродные нанотрубки

Нанобетон устойчив к высоким температурам, свои характеристики он сохраняет при температуре до 800 °С. Использование в бетоне наноинициаторов улучшает физико-механические характеристики материала, повышая прочность на 150%, а морозостойчивость – на 50%. Нанотрубки, находящиеся в структуре облицовочных плиток из нанобетона, выделяют под воздействием кислорода атомарный кислород, имеющий бактерицидные свойства.

Так как изменение физической структуры нанобетона резко снижает потребность вяжущего составляющего в воде, это позволяет в шесть раз уменьшить вес бетонных конструкций и вероятность появления трещин. Внутреннее молекулярное армирование снижает потребность в армировании бетонной конструкции. Наноинициаторы повышают сцепление бетона с металлом, при этом они на молекулярном уровне взаимодействуют даже со слоями, подвергшимися коррозии.

Рекомендуется использовать нанобетон при строительстве железобетонных конструкций от 74 м и при возведении объектов с повышенными требованиями к пожаробезопасности и сейсмостойчивости. Благодаря плотной легкой однородной структуре, нанобетон не нуждается в гидроизоляции, а высокая прочность материала позволяет уменьшить объемы укладки нанобетона на 30%.

Так как готовые сооружения из нанобетона имеют меньший вес, чем конструкции из обычного бетона, для них не требуется мощный фундамент, а это позволят сократить стоимость строительства и трудозатраты.

Нанобетон со своими высокими физико-механическими характеристиками открывает новые возможности для проектирования и строительства. Этот строительный материал, изготовленный на основе прогрессивных нанотехнологий, отличающийся прочностью,

легкостью, стойкостью к термическим перепадам, позволяет удешевить строительство новых объектов и облегчить реставрацию старых конструкций [5].

Нанобетоны применяются при строительстве высотных сооружений; в мостостроении, дорожных работах и при возведении гидротехнических объектов; на сейсмоактивных территориях, вне зависимости от климатического районирования, а именно нанобетон был использован при реставрации Исаакиевского собора для создания наружной защиты. Базальтовые фиброволокна, на которые сверху наносят углеродные нанокластеры использовались в 2007 году для ремонта моста через Волгу в городе Кимры. Национальный центр исполнительных искусств в Пекине.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нанобетоны имеют значительно более высокую прочность, чем их традиционные аналоги. Здания и сооружения, построенные с использованием нанотехнологий, способны прослужить значительно дольше, чем самые прочные традиционные дома постройки конца XX начала XXI столетия. С применением нанотехнологий в строительстве изменяются не только качественные характеристики строений, нововведения коснутся и конструктивных особенностей. Нанотехнологии позволяют строить дома практически любых конфигураций, которые будут сами подстраиваться под климатические условия: летом охлаждать внутренние помещения, а зимой аккумулировать в них тепло.

Однако следует признать, что многим фундаментально-теоретическим разработкам в области физико-химии вяжущих веществ, коллоидной химии, физико-химии дисперсных систем, выполненных на уровне нанотехнологий, в том числе и российскими учеными, у нас пока не придан прикладной характер. Практика внедрения передовых научных достижений недопустимо и неоправданно отстает от теоретических достижений в области строительного материаловедения. Это приводит к нерациональному расходованию сырья, энергоресурсов, снижению качества строительных материалов, сокращению сроков эксплуатации строительных объектов и затормаживанию темпов развития строительной отрасли.

Существует острая необходимость организации изучения нанотехнологий в учебных заведениях строительного профиля и создания специализированных научно-производственных лабораторий и полигонов. Без глубоких фундаментальных и прикладных работ и знаний в этой области говорить о создании современных и прогрессивных технологий не приходится.

ЛИТЕРАТУРА

1. Роман Фишман, «Популярная механика». - №6. - 2017.
2. «Принципы строительства сейсмостойчивых зданий» [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.str-t.ru/reports/7/part_2/
3. Фибра для бетона из полиакрилонитрила и углеродного волокна [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://втораяиндустриализация.рф/fibra-dlya-betona/>
4. Владислав Фельдблюм, ««Нано» на стыке наук: нанообъекты, нанотехнологии, нанобудущее» // Ярославль – 2013 п.- 2.10
5. Пономарев А.Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии. - 2009.
6. Антон Егоров «Нанодобавки меняют макросвойства» // Журнала «НАУКА И ЖИЗНЬ» №12, 2016г.
7. Александров Н.И., Комохов П.Г. Наноструктурированный радиационностойкий бетон и его универсальность //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. - 2008.
8. Углеродные нанотрубки: производство, применение, свойства // FB.ru [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://fb.ru/article/231011/uglerodnyie-nanotrubki-proizvodstvo-primenenie-svoystva>

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ БЕТОНЫ

*Зайцева В.А., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Борисюк Е.А., старший преподаватель каф. ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

Современные декоративные бетоны, применяемые в строительстве, отличаются от ранее разработанных, как правило, более ярким и стойким цветом, более тонкими и четкими формами, высокой отражающей способностью при шлифовании – близкой к природному материалу. Это стало возможным благодаря разработки новых современных материалов и технологий. Применение оптического волокна в технологии бетона позволило решить ранее невозможную задачу – добиться светопрозрачности бетона. LiTraCon - светопрозрачный бетон - обладает уникальными декоративными свойствами. Его способность пропускать свет сквозь свою толщину позволяет совершенно по-новому оценить возможности применения такого декоративного бетона.

Ключевые слова: декоративные бетоны, самоочищающиеся бетоны, стеклонаполненные бетоны, светящиеся бетоны, LiTraCon, светопрозрачный бетон, оптическое волокно.

ВВЕДЕНИЕ

Использование обычного бетона в интерьере зданий типично для таких стилей, как хай-тек, лофт и минимализм, для которых главенствующую роль играет функциональность. Такие материалы не требуют дополнительного ухода и просты в эксплуатации. Декоративный бетон является разновидностью специальных высококачественных бетонов, обладающих высокими эксплуатационными и художественными характеристиками [1].

В настоящее время традиционный декоративный бетон выпускается в основном трех видов: цветной (существует более двух десятков минеральных пигментов, цвет которых сохраняется в течение длительного времени); имитация камня (новейшие технологии позволяют производителям изготавливать бетоны, которые выглядят как настоящий камень); декоративный бетон с рельефной структурой.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Применение новейших технологий позволяет получить декоративные бетоны нового поколения. Его можно увидеть при фасадном оформлении зданий и сооружений, разработке дизайна архитектурной среды и ландшафта, формировании интерьера. Современные декоративные бетоны отличаются уникальными свойствами и способствуют выполнению ранее недоступных задач.

Так например, обычный цветной бетон, при всех его достоинствах, со временем, под действием атмосферы и из-за загрязненности окружающей среды, теряет свой цвет и темнеет. Решить эту проблему позволяет применение самоочищающегося декоративного бетона, в который с целью сохранения чистоты поверхности, при приготовлении бетонной смеси, добавляют фотокаталитические частицы. Солнечный свет, попадая на поверхность такого бетона, активизирует эти частицы и они, смешиваясь с кислотами содержащимися в атмосфере, нейтрализуют их, предотвращая образование пятен. В качестве фотокатализаторов используются полупроводниковые оксиды титана, цинка (TiO_2 , ZnO , CdS) и др. или сульфиды, полупроводниковые оксиды с нанесенными металлами (Pt/TiO_2 , Rh/SrTiO_3) и полупроводниковые дисперсии с нанесенными оксидами ($\text{RuO}_2/\text{TiO}_2$). Наибольшее распространение в качестве фотокатализатора в силу относительной дешевизны и высокой эффективности получил диоксид титана, который ранее использовали как покрытие при обработке поверхностей материалов для самоочищения, так называемый «эффект лотоса», обусловленный его высокой гидрофобностью.

Применение TiO_2 в бетоне направлено на достижение двух основных эффектов: самоочищение поверхности бетона от грязи, а также очистки атмосферы за счет окисления оксидов азота (NO_x).

TiO_2 , как правило, смешивают в сухом виде с цементом перед добавлением воды затворения. После твердения TiO_2 присутствует во всей структуре цементного камня. TiO_2 является достаточно стабильным, высоко инертным оксидом, который не вступает в реакцию с цементом при его гидратации. Со структурной точки зрения, он действует в качестве наполнителя пор, снижая суммарную пористость на ранней стадии твердения.

Активность очистки воздуха диоксидом титана, применяемым в строительных материалах, определяли по окислению NO и NO_2 в NO_3 . Этим соединениям уделяется особое внимание, так как они являются основными компонентами выхлопных газов транспортных средств и играют важную роль в формировании смога больших городов.

Испытания влияния бетонного образца с покрытием из TiO_2 на очистку воздуха от указанных загрязнений при температуре окружающей среды - $23 \pm 2^\circ\text{C}$, относительной влажности - 50 % и интенсивности света равной 10 Вт/м^2 с длиной волны в диапазоне между 300 и 460 нм показали, что концентрация загрязняющих веществ с течением времени уменьшается [2]. Результаты измерений приведены на рисунке 1.

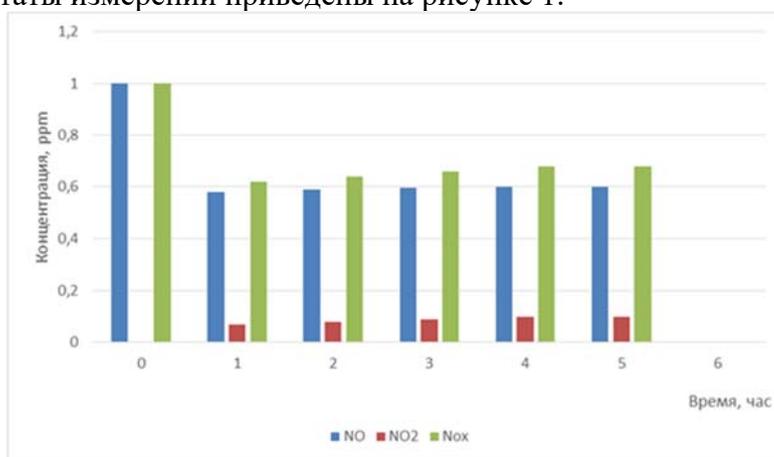


Рис. 1. Влияние диоксида титана на изменение концентрации загрязняющих веществ.

Самоочищающиеся бетоны находят применение при устройстве фасадов и при изготовлении бетонных туннелей, через которые постоянно движется поток автомобилей.

Для облицовочных работ, а также при оформлении ландшафтного дизайна возможно применения также другого вида декоративного бетона нового поколения - светящегося бетона (люмобетона). Он создан на основе обычного бетона, но обладает уникальными характеристиками - днем накапливает солнечную энергию, а ночью светится. Технология получения светящегося бетона включает нанесение на его поверхность покрытия из смеси стекла со смолой люминофора, в результате чего возникает эффект глубинного свечения, сохраняющегося в течение 6-8 часов без дополнительной подсветки [5]. Область применения светящегося бетона: облицовочной плитки для оформления бордюров, дорожек, фасадов домов (Рис.2). Возможно также применение светящихся бетонных элементов при изготовлении малых архитектурных форм (колонн, скульптур, вазонов и т.п.).

Особое значение приобрело создание декоративного стеклонаполненного бетона, изготовленного с применением стеклянного боя, в качестве наполнителя (Рис.3). Этот бетон, получаемый из отходов стекла, отвечает всем соответствующим требованиям действующих стандартов. При этом он не уступает по своим общестроительным и функциональным свойствам современным традиционным декоративным материалам, а по ряду показателей, таких как: биостойкость, теплопроводность, кислотостойкость, даже превосходят их.

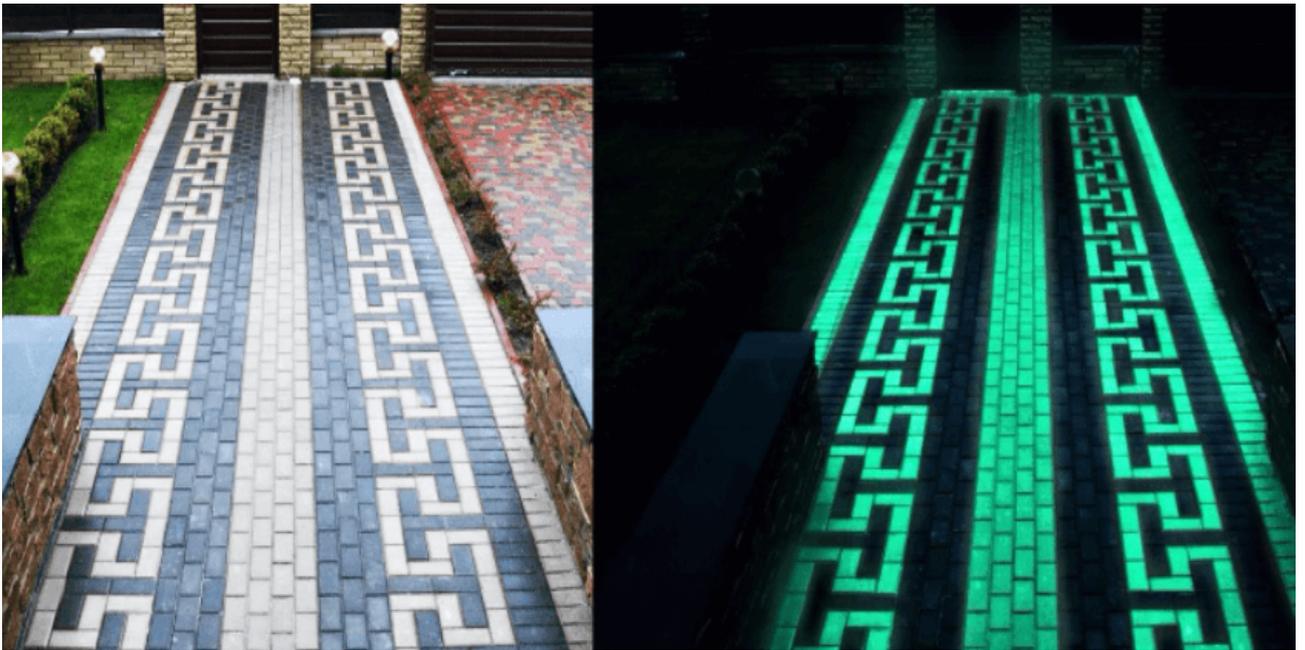


Рис. 2. Использование люмобетона в качестве декоративной тротуарной плитки.



Рис. 3. Панель из шлифованного стеклонаполненного бетона.

В процессе гидратации цемента при контакте со стеклом, в результате щелочно-кремниевой реакции, образуется гель, с которым происходят процессы, приводящие к трещинообразованию в бетоне и последующему разрушению. Поэтому вместо цемента в качестве вяжущего используется тонкомолотый стеклянный порошок с активизатором твердения, а в качестве крупного (более 5 мм) и мелкого (менее 5 мм) заполнителя, фракции стеклобоя. После формования и затвердевания получается плотный, прочный и долговечный силикатный конгломерат, который после шлифования, обладает совершенно уникальной, с эстетической точки зрения, поверхностью. Стеклонаполненный декоративный бетон используют для изготовления элементов отделки интерьера и т.д.

Наиболее оригинально и эффективно позволяет решать проблемы оформления жилого пространства один из самых интересных высокотехнологичных декоративных бетонов - светопрозрачный бетон (LiTraCon). Технология изготовления такого бетона, с эффектом прозрачности, была разработана венгерским архитектором Ароном Лоскноши. В качестве

строительного материала этот бетон был впервые применен в 2005 году при возведении коттеджа в стиле hi-tec.[4]

Светопропускная способность бетонного массива обеспечивается оптическими свойствами стекловолокна (Рис.5). В процессе формования бетонных блоков волокна направлены укладывают в бетонную смесь, а после затвердевания, шлифовки граней и очистки торцов они беспрепятственно пропускают свет (Рис.4). Тысячи оптических стеклянных волокон, расположенных параллельно друг другу образуют сплошную систему, располагаясь между двумя основными поверхностями каждого блока. Волокна в бетоне становятся его структурным элементом, они не снижают прочностные, звуко- и теплоизоляционные свойства бетона.



Рис. 4. Образец светопрозрачного бетона. **Рис. 5.** Оптиковое волокно.

Технические характеристики светопрозрачного бетона:

- плотность – 2100–2400 кг/м³;
- прочность на сжатие – 50 Н/мм²;
- прочность на изгиб при растяжении – 7 Н/мм².

Светопрозрачность бетона такова, что позволяет разглядеть силуэты и контуры, при этом его толщина, даже в несколько метров, практически не влияет на светопропускную способность лайтракона, необходимо только наличие хорошего источника света.

Светопропускающая способность возрастает с увеличением диаметра оптических волокон и их содержания. Диаметр волокон колеблется в диапазоне от 2 микрон до 2 мм, оптимальное содержание их в бетоне составляет около 5% от общего объема бетона. Повышение содержания волокон приводит к снижению прочности бетона на сжатие. На светопропускную способность бетона влияет точность укладки волокон при формовании блоков.

Высокого качества можно достичь путем резки монолита лайтракона и на отдельные блоки нужной формы, которые тщательно полируются.

Использование светопрозрачного бетона в строительстве позволяет экономить энергопотребление в дневное время. Основным недостатком является то, что этот бетон является очень дорогим, за счет применения оптических волокон. Формование лайтракона требует высокой организации производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование современных материалов и технологий позволяют получать новые виды декоративного бетона, который приобретает уникальные эстетические черты. Применение оптикового волокна в технологии бетона позволило решить ранее невозможную задачу – добиться светопрозрачности бетона. LiTraCon - светопрозрачный бетон - обладает уникальными декоративными свойствами. Его способность пропускать свет сквозь свою

толщю позволяет совершенно но-новому оценить возможности применения такого декоративного бетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Панов В. А.* Техничко-экономическая эффективность внедрения и процедура изготовления декоративного бетона и его применения в интерьере // Научное обозрение: электрон. журн. – 2018. – № 4. Режим доступа: <https://srjournal.ru/2018/id143/>. Дата обращения: 10.02.19.
2. *Шевченко В.О., Корх А.И.* Самоочищающийся бетон. Экологические аспекты.// Молодежный научный форум “Технические и математические науки”: электр. сб. ст. по мат. XXIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 4(23). Режим доступа: <https://nauchforum.ru/studconf/tech/xxiii/6919>. Дата обращения: 10.02.19.
3. *Львова Д.*, Бетон, содержащий стекольный заполнитель (Стеклобой) //Сборник НИРС ИЭУИС Режим доступа: <https://sevparitet.ru/raznoe/steklonapolnennyj-beton-so-steklyannym-boem.html>. Дата обращения: 01.11.12.
4. *Арцукевич И.М.*, Получение светопроводящего бетона// Журнал “Наука и образование сегодня”. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/poluchenie-svetoprovodyaschego-betona>. Дата обращения: 12.12.18.
5. *Дворкин О.Л.* Строительные материалы из отходов пром-ти //Учебно-справочное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2007. 368 с. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/64247/> Дата обращения: 10.02.19.
6. Светящиеся составы для стекла и бетона//Центр разработки светящихся материалов: люминофор, светящаяся флуоресцентная и люминесцентная краска, светоотражающая краска ленты, ультрафиолетовые лампы. Режим доступа: https://luminofor.ru/article_info.php/articles_id/25. Дата обращения: 10.02.19.
7. Использование стеклобоя как заполнителя бетонов.// Аналитический портал химической промышленности. Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6702. Дата обращения: 10.02.19

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕТОНА ПРИ СЖАТИИ, РАСТЯЖЕНИИ И ИЗГИБЕ В УСЛОВИЯХ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

*Федорович А.С., студент 4 курса, 3 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Безгодов И.М., зав. лабораторией, научный сотрудник*

Аннотация

Из предшествующих исследований (в основном для случаев одноосного сжатия или растяжения) известно, что физико-механические характеристики бетона при динамическом нагружении существенно изменяются в сторону увеличения в зависимости от скорости приложения нагрузки. В тоже время общепризнанных методик получения данных характеристик не существует. В данной работе рассматриваются методические особенности проведения динамических испытаний, предлагаются стенды для проведения экспериментов и пути реализации многих проблем по исследованию прочностных и деформационных характеристик, как для материала, так и для элементов конструкций.

Ключевые слова: бетон, динамическое нагружение, прочность, деформативность, скорость нагружения.

Исследования прочностных и деформативных характеристик бетона в условиях динамического нагружения носят разрозненный характер и из результатов имеющихся экспериментальных данных трудно выявить какую-либо взаимосвязь между различными видами нагружения. Если для статических испытаний получены соотношения в виде уравнений, то для динамических эти соотношения полностью отсутствуют. Ещё более сложной экспериментальной задачей, является получение предельных относительных деформаций [1]. Анализ результатов динамических испытаний показывает, что основным фактором увеличения прочности является скорость нагружения. При этом, если рассматривать различные виды нагружения: осевое сжатие, растяжение и растяжение при изгибе, можно прийти к выводу, что коэффициент динамического упрочнения k_d при одной и той же скорости нагружения будут отличаться существенным образом. Результаты экспериментов показывают [2,3], что наибольшее увеличение k_d получено, при динамическом испытании на осевое растяжение, а при сжатии эта величина наименьшая. Зависимости по изменению k_d от скорости нагружения предлагаются в основном для сжатия. Испытания на осевое растяжение довольно непростая задача даже при статических нагружениях, не говоря уже о динамических.

Корректные испытания бетона на осевое растяжение связаны с определёнными трудностями, которые в основном сводятся к осуществлению устройств захвата и центрирования по физической оси образца. В ГОСТ 10 180-90 приводится несколько вариантов захвата образца при испытании на осевое растяжение, но они не имеют возможности изменять деформации по граням образца, что затрудняет возможность найти физическую ось и получить равномерное поле напряжений во всём сечении.

Для этих целей может быть использована методика подготовки и испытания на осевое растяжение, предложенная в работе [4].

Значительно проще исследовать динамическую прочность на растяжение при изгибе, но встаёт вопрос о взаимосвязи коэффициентов динамического упрочнения для различных видов нагружения и их переходных коэффициентов. Так для статических испытаний соотношение между прочностью на растяжение при изгибе $R_{тг}$, к прочности на осевое растяжение R_t , эта величина равна приблизительно 1,7 [5].

Из результатов различных исследователей не удастся сделать общее представление о модуле упругости, коэффициенте поперечной деформации и предельных деформациях при динамическом нагружении.

При сравнении коэффициентов динамического упрочнения для различных видов нагружения (сжатия, растяжения или растяжения при изгибе) встаёт вопрос по какому фактору их сравнивать. Для статических испытаний прочность и предельная деформативность для вышеперечисленных напряженных состояний резко отличается. В работах [2,6,7,8] изменения k_d , дается в зависимости от времени разрушения t , либо от скорости деформаций $\dot{\epsilon}$, или от скорости напряжений $\dot{\sigma}$.

В качестве примера рассмотрим, какими будут скорости напряжений и скорости деформаций при одном и том же времени разрушения равном 0,1 сек.

В Таблице 1 приведены результаты испытаний бетона на сжатие, растяжение и растяжение при изгибе в условиях статического нагружения.

Табл. 1. Результаты испытаний бетона на сжатие, растяжение и растяжение при изгибе в условиях статического нагружения

R_b , МПа	R_t , МПа	R_{tf} , МПа	$\epsilon_b \times 10^{-5}$	$\epsilon_t \times 10^{-5}$	$\epsilon_{tf} \times 10^{-5}$
26,46	2,65	4,56	229	10,7	26,6

Допустим, что k_d для всех видов нагружения при одном и том же времени динамического нагружения $t = 0.1$ сек. Для сжатия k_d при данном времени нагружения приблизительно равен 1,16 и примем второе допущение, что предельные деформации при динамическом нагружении остаются равными статическим предельным деформациям. Тогда в соответствии с Таблицей 2 можно заключить, что сравнивать различные виды нагружения по одному и тому же параметру невозможно и некорректно.

Табл. 2. Критерии оценки параметров динамического нагружения

Сжатие	Осевое растяжение	Растяжение при изгибе
$R_{bd}=30,69$ МПа	$R_{td}=3,07$ МПа	$R_{tfd}=5,29$ МПа
$\dot{\sigma}=306,9$ МПа/сек $\tau=0,1$ сек	$\dot{\sigma}=30,69$ МПа/сек $\tau=0,01$ сек	$\dot{\sigma}=52,9$ МПа/сек $\tau=0,0172$ сек
$\dot{\epsilon}=2290 \cdot 10^{-5}$ ед./сек $\tau=0,1$ сек	$\dot{\epsilon}=107 \cdot 10^{-5}$ ед./сек $\tau=0,0046$ сек	$\dot{\epsilon}=266 \cdot 10^{-5}$ ед./сек $\tau=0,0116$ сек

Из всего вышеизложенного можно заключить, что для каждого вида нагружения необходима своя зависимость изменения коэффициента динамического упрочнения, зависящая от того или иного параметра. Пока недостаточно экспериментальных исследований для того, чтобы понять и найти показатели, которые бы объединили виды напряженных состояний и можно было перейти от одного вида нагружений к другому.

Подробнее остановимся на методах нагружения бетона при динамических испытаниях.

Одной из основных задач всякого экспериментального исследования является методика проведения эксперимента. Чем основательней проработаны методические вопросы, тем выше надежность полученных экспериментальных данных. Именно методика [3] часто является причиной некорректных результатов экспериментальных исследований.

Исследования прочностных и деформативных характеристик бетона при динамическом воздействии неразрывно связаны с испытательными стендами и методикой регистрации усилий и деформаций. Для однократного динамического нагружения часто используются копры с падающим грузом (бабой) [9,10,11]. Применяют копры, как со свободно падающим грузом, так и с грузом, падающим по направляющим. В вертикальных копрах образец устанавливают на опоры и разрушают падающим с определенной высоты грузом известной массы. Недостатком данных конструкций является то, что для увеличения нагрузки требуется повышать высоту и массу груза, что существенно сказывается на габаритах и массе стенда, требующего отдельного виброзащитного фундамента. Кроме того, затруднительно проводить испытания при времени нагружения 0,1-1,0 сек и использовать данные стенды для статических испытаний. При таком испытании довольно трудно

осуществить приложение нагрузки по физической оси образца [4,6,12]. Промышленностью, как в нашей стране, так и за рубежом выпускаются испытательные машины позволяющие проводить циклические динамические испытания, на которых можно осуществлять и однократное динамическое нагружение (УРС100/100). Но эти машины довольно дорогие и энергоёмкие.

Для экспериментальных исследований динамической прочности и деформативности бетона Безгодовым И.М. были разработаны ряд испытательных стендов, позволяющих проводить динамические и кратковременные испытания на осевое сжатие, растяжения и растяжения при изгибе бетонных образцов-призм.

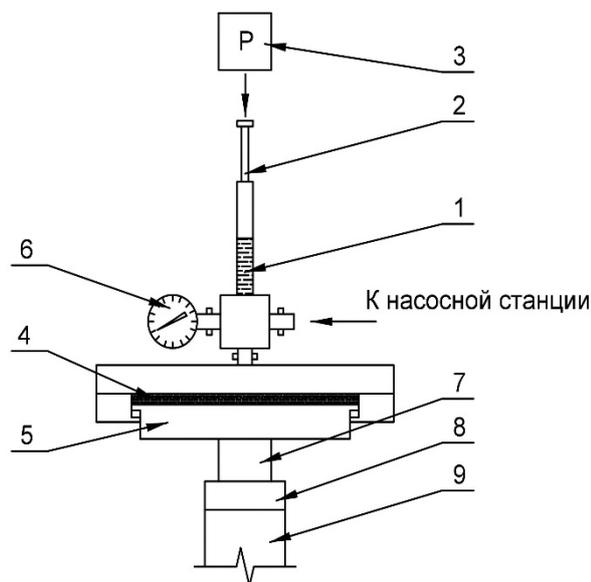


Рис. 1. Мультипликатор.

1-малый цилиндр; 2-поршень малого цилиндра; 3-груз; 4-большой цилиндр; 5-поршень большого цилиндра; 6-манометр; 7-датчик силы; 8-торцевая пластина (оголовок); 9-образец.

Данное устройство устанавливается между испытываемым образцом и грузом, падающим по направляющей, и состоит из двух цилиндров: малого (1), в котором перемещается поршень (2) под действием падающего груза (3) и большого (4). Большой по (сравнению с малым) имеет во много раз большую площадь, но малое перемещение поршня (5). При равном давлении масла в двух цилиндрах получается значительный выигрыш в силе за счёт разности площадей малого и большого цилиндров.

В результате использования данного устройства появляется возможность при незначительном падающем грузе (25-100кг) достигать усилий в большом гидродомкрате до 30-35тонн. Варьируя площадью плоского домкрата, можно запроектировать динамические стенды различной мощности, причём масса стендов невелика 50-150 кг и не требует отдельного фундамента, что позволяет устанавливать их на междуэтажное перекрытие.

На (Рис.2) представлен динамический стенд для испытания бетона на сжатие. Он состоит из несущих плит (1,2), связанных между собой шпильками (3). На нижней несущей плите установлен сферический шарнир (4), на который устанавливается бетонный образец (5). К верхней несущей плите закрепляется плоский гидродомкрат (6), а к его поршню, который одновременно является плавающим шарниром, монтируется датчик силы (7). Плоский гидродомкрат через распределитель (8) связан с малым цилиндром (9), внутри которого помещен поршень (10). В верхней части поршня закреплен сферический шарнир (11). Шпильки несущих плит связаны со шпильками, поддерживающими ограничительную плиту (12), которая служит упором при движении падающего груза (13). Для гашения

Дополняя стенды мембранными установками, можно проводить испытания: при сложных напряженных состояниях в условиях двух- и трехосного сжатия, напряженных состояниях «сжатие-растяжение», и два сжатие-растяжение, где осевая нагрузка может прикладываться, как статически, так и динамически. Стенд для испытания на растяжение при изгибе может быть дополнен навесным оборудованием для приложения статической сжимающей или растягивающей нагрузки вдоль оси образца-призмы с последующим воздействием динамической нагрузки как сосредоточенной, так и распределенной в поперечном направлении (изучение эффекта распора). Стенд позволяет

осуществить как шарнирное, так и жесткое закрепления концов призм.

Основным узлом рассмотренных стендов является мультипликатор (устройство для увеличения нагрузки в гидродомкрате) (Рис.1).

ударной нагрузки на ограничительную плиту укладываются прокладки из пористой резины (14).

Стенд для испытания бетонных образцов на осевое растяжение при динамическом нагружении (Рис.3) представляет собой сборную конструкцию, состоящую из двух траверс (1,2), соединенных между собой четырьмя шпильками (3). Между траверсами монтируется бетонный образец (4) к которому на эпоксидной смоле приклеены металлические оголовки (5,6). Оголовки связаны с верхним (7) и нижним шарниром (8). Нагружающий блок состоит из плоского гидродомкрата (9), к которому монтируется кольцевой датчик силы (10). Плоский гидродомкрат связан через распределитель (11) с малым цилиндром (12). В верхней части стенда смонтирован ограничительный столик (13), который позволяет удерживать выход малого поршня (14) и ограничивать перемещения падающего груза (15). Для гашения удара падающего груза укладывается прокладка (16) из пористой резины.

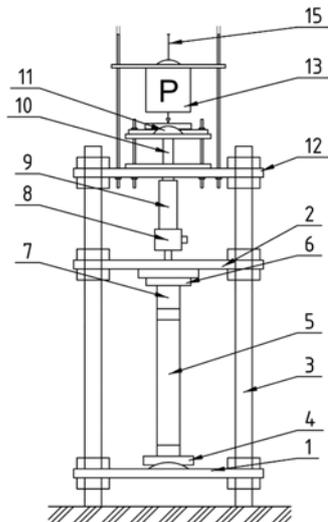


Рис. 2. Стенд для динамических испытаний бетона на сжатие.

1,2-несущие плиты; 3-шпильки; 4-нижний сферический шарнир; 5-бетонный образец; 6-плоский гидродомкрат; 7-датчик силы; 8-распределитель; 9-малый цилиндр; 10-поршень; 11-верхний сферический шарнир; 12-ограничительная плита; 13-груз; 14- прокладка из пористой резины; 15-стальной трос.

Последовательность испытания состоит из следующих этапов. После монтажа испытываемого образца и его центровки по физической оси с помощью четырех индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм и нижнего сферического шарнира (8), который имеет возможность смещаться, подключаются датчик силы и наклеенные на образец тензорезисторы к регистрирующей аппаратуре. Проводится статическое нагружение образца для определения модуля упругости. Далее индикаторы часового типа демонтируются и проводится подготовка к динамическому нагружению. Для этого падающий груз (15) поднимается на определенную высоту и фиксируется стопором. Через штуцер (17) подается масло в малый цилиндр (12) и плоский гидродомкрат (9). Малый поршень (14) выходит, фиксируется ограничителем движения поршня (18). После запуска регистрирующей аппаратуры сбрасывается груз (15), который с помощью малого поршня (14) создаёт необходимую нагрузку для разрушения в плоском гидродомкрате (9). Здесь при создании растягивающей нагрузки используется принцип реверса. Ограничительный столик (13) на который уложена прокладка из пористой резины (16) служит для гашения удара и сохранности оборудования.

Испытание на осевое растяжение часто вызывает затруднения у исследователей и поэтому проводят испытания на растяжения при изгибе. Если при статических испытаниях для перехода от растяжения при изгибе к осевому растяжению используется переходной коэффициент $R_{tf} / R_t = 1.7$, то для динамических испытаний подобного коэффициента не существует по ряду причин. Рассмотрим работу стенда для динамических испытаний на растяжение при изгибе, который изображен на (Рис. 4.)

Если ограничиться только испытаниями на растяжения при изгибе в условиях динамического нагружения, то можно использовать установку, предложенную в статье [1], дополнив её мультипликатором (Рис.1.)

Возможности стенда изображенного на (Рис.4) значительно шире. Кроме обычных испытаний бетонных образцов-призм на растяжение при изгибе в условиях статического и динамического нагружения, на нём можно проводить испытания при продольном сжатии или растяжении с последующим приложением изгибающего момента, изучения эффекта распора при шарнирном, жестком или комбинированном заделках концов балки. Для этого достаточно установить навесное оборудование. На рис.4 изображено навесное оборудование для исследования изгибающих напряжений и деформаций при шарнирной заделке концов балки. Стенд позволяет моделировать воздействие динамического удара автомобиля в колонну многоэтажного гаража и другие случаи, встречающиеся на практике.

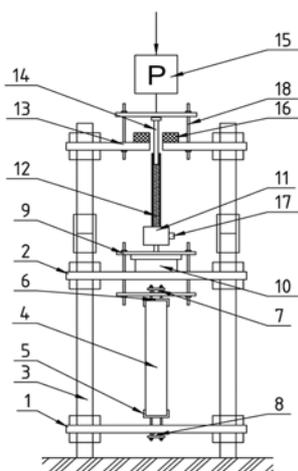


Рис. 3. Стенд для динамических испытаний бетона на растяжение.

1,2-траверсы; 3-шпильки; 4-бетонный образец; 5,6-оголовки; 7,8-шарниры; 9-плоский гидродомкрат; 10-датчик силы; 11-распределитель; 12-малый цилиндр; 13-ограничительный столик; 14-малый поршень; 15-груз; 16-прокладка из пористой резины; 17-штупцер; 18-ограничитель поршня.

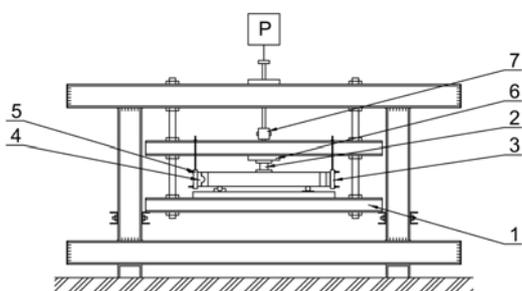


Рис. 4. Стенд для динамических испытаний на растяжение при изгибе.

1-бетонный образец; 2-датчик силы; 3-плоский гидродомкрат; 4-сферический шарнир; 5-несущие шпильки; 6-большой поршень; 7-распределитель; 8-малый поршень.

Регистрация нагрузки и деформаций производилась с использованием многоканального усилителя, аналого-цифрового преобразователя (АЦП), которые разработано и изготовлены ЗАО «Руднев-Ширяев» (г. Москва).

Датчики силы выполнены из дюралюминиевого сплава, Д16Т который имеет довольно высокий уровень линейного деформирования ($\sigma_t = 320$ МПа). При модуле упругости 70×10^3 МПа можно достиг высокой чувствительности, подбирая соответствующую площадь

Таким образом, разработанные испытательные стенды и методики проведения экспериментов позволят проводить исследования прочностных и деформационных характеристик бетона в условиях динамического нагружения. Полученные результаты существенно обогатят наши знания о работе бетона при динамических нагружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Созонов П.С., Пинус Б.И., Влияние скорости нагружения на конструктивные свойства бетона // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2015. № 6 (101). С. 117-120.
2. Логунова В.А., Руденко В.В., Радионов А.К., Соколов И.Б., Динамическое сопротивление гидротехнического бетона // Гидротехническое строительство. 1994. № 6. – С. 11-13.
3. Квирикадзе О.П. Прочность и модуль деформаций бетона при разных скоростях нагружения // Бетон и железобетон. 1974. №6. – С. 38-39.

4. Малашкин Ю.Н., Безгодков И.М., Цветков К.А. Методические особенности исследования деформативно-прочностных характеристик бетона при динамическом нагружении в условиях сложных напряжённых состояний // Естественные и технические науки: 2007. № 1. – С. 182-190.
5. Безгодков И.М. О соотношениях прочностных и деформационных характеристик при сжатии, растяжении и изгибе // Бетон и железобетон. 2012. № 2. – С. 2-5.
6. Безгодков В.А., Андрианов А.А. Некоторые особенности исследования высокопрочных бетонов при длительном нагружении // Бетон и железобетон – пути развития. Научные труды 2-ой Всероссийской (Международной) конференции по бетону и железобетону. 2005. – С. 342-346.
7. Кириллов А.П. Прочность бетона при динамических нагрузках // Бетон и железобетон: 1987. № 2. – С. 38-39.
8. Рахманов В.А., Розовский Е.Л., Цупков И.А. Влияние динамического воздействия на прочностные и деформативные свойства тяжёлого бетона // Бетон и железобетон. 1987. № 7. С. 19-20.
9. Баженов Ю.М. Бетон при динамическом нагружении. – М.: Стройиздат, 1970. С. 272.
10. Приборы и системы для измерения вибрации, шума и удара: Справочник. В 2 кн. / Под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 1978. – Кн.2. С. 439.
11. Белов Н.Н., Югов Н.Т., Копаница Д.Г., Югов А.А. Расчёт прочности конструкций из бетонных и железобетонных плит при высокоскоростном ударе // Прикладная механика и техническая физика. 2005. Т. 46. № 3 (271). С. 165-173.
12. Цветков К.А., Баженов А.В., Безгодков И.М. О проблеме построения диаграммы деформирования бетона при однократном динамическом воздействии с учётом влияния предварительных напряжений от действия статической нагрузки // Вестник МГСУ, 2012. № 7. – С. 182-187.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ПОЛНЫХ ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА НА ОБРАЗЦАХ-ПРИЗМАХ И ОБРАЗЦАХ-ЦИЛИНДРАХ.

*Шведов В.В., студент 4 курса, 3 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель - Безгодов И.М., зав. лабораторией, научный сотрудник*

Аннотация

Без составления диаграмм деформирования бетона по результатам экспериментов полученных на образцах-призмах и образцах-цилиндрах, трудно оценить соответствие предельной относительной деформации бетона, пиковой нагрузке и нагрузке нисходящей ветви на уровне $0.85R_b$. В данной работе сделана попытка экспериментальной проверки диаграмм $\sigma-\varepsilon$. Образцы изготовленные одной партией из одного состава бетона, были испытаны по единой методике. Результаты эксперимента показали, что отличие в предельных деформациях незначительны, а аналитическое описание кривых полученное на призмах и цилиндрах соответствует результатам экспериментов не только в точках пиковой нагрузки и нисходящей ветви на уровне $0.85R_b$, но и на промежуточных значениях.

ВВЕДЕНИЕ

Для получения полных диаграмм деформирования бетона (ПДДБ) в разных странах используют свои образцы, отличающиеся как по форме, так и по соотношению высоты к ширине, что может существенно сказываться на физико-механических характеристиках, в частности на предельной деформативности при сжатии, соответствующей пиковой нагрузке и величине нисходящей ветви деформирования. Принимаемая предельная деформативность в разных странах существенно отличается друг от друга [1]. Кривые диаграммы деформирования $\sigma-\varepsilon$ служащие для оценки напряжённо-деформированного состояния также различны.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В европейских нормах оценка физико-механических характеристик бетона производится на образцах-цилиндрах с соотношением диаметра к высоте, равной 1/2, т.е. на образцах с размерами 150x300, 100x200, 71.4x143 мм. В отечественных нормах используются образцы-призмы с соотношением ширины к высоте, равным 1/4, и соответственно, образцы имеют размеры 150x150x600, 100x100x400, 70,7x70,7x280 мм. Исследования [2] доказали, что роль контактного трения при изучении прочности бетона весьма существенна. Так, к примеру, коэффициент призмной прочности $k_b = \frac{R_b}{R}$ может изменяться в пределах 0.75:0.9 в зависимости от класса бетона. Кроме того, для получения однородного поля деформации необходимо устанавливать приборы измерения на расстоянии равном ширине образца (согласно принципу Сан-Винена). Так же, высота образца может сказываться на деформациях элемента. Исследования [3-5] показывают, что при испытании бетонных образцов на сжатие в тензометрической трубе, график изменения напряжения в образце при относительных деформациях, близких к предельным, имеет ниспадающую ветвь. А многочисленные эксперименты, проводимые на разных классах бетона по методике полных диаграмм деформирования [6] под руководством Безгодова И.М доказали, что нисходящая ветвь существует только для бетонов с призмной прочностью 40-45 МПа. Для бетонов более высоких классов она отсутствует. В тоже время, в европейских нормах, по результатам, полученным при испытании цилиндров, с соотношением 1/2, полные диаграммы описываются для цилиндров прочностью до 80 МПа. Необходимо отметить, что российский нормативный документ СП 52-101-2003 назначает предельную относительную деформацию бетона равной $200 \cdot 10^{-5}$ о.ед. Европейские нормы устанавливают относительную предельную деформацию, как для пиковой нагрузки, так и на нисходящей ветви, в зависимости от класса бетона, и оказывается что предельная деформативность для бетона прочностью 20 и 100 МПа отличается на 50%. Исследования, проведённые в работе

[6] также указывают на отличие предельной деформативности в зависимости от класса бетона, этот факт необходимо учитывать при расчетах напряженно-деформированного состояния конструкций и сооружений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С целью сравнения физико-механических характеристик бетона и оценки предельной деформативности соответствующей пиковой нагрузке и нисходящей ветви на уровне $0.85R_b$, были одновременно изготовлены образцы-призмы $10 \times 10 \times 40$ см и образцы цилиндры диаметром 10 и высотой 20 см, из одного состава. Бетонная смесь перемешивалась в бетономешалке гравитационного типа с последующим вибрированием форм на виброплощадке. Состав бетонной смеси с соотношением компонентов 1:2.68:4.23 был изготовлен на портландцементе М500 в количестве 284 кг/м^3 . Использовался щебень фракции 5-10 и 10-20 и кварцевый песок. В/Ц=0.64. Осадка конуса бетонной смеси составила 3 см.

После распалубки и хранения в течении месяца в нормальных условиях, образцы зачищались, обмерялись и взвешивались. На поверхность образца наклеивались тензорезисторы с базой 50 мм.

Испытание образцов проводилось по методике полных диаграмм деформирования бетона [7]. Отсутствие в российских нормативных документах ГОСТ, по оценки предельных относительных деформаций при сжатии, методики получения полных диаграмм $\sigma - \varepsilon$ не позволяет вводить в российские нормы более достоверные значения предельных относительных деформаций, что снижает достоверность расчётов. Тем не менее, опыт получения данных диаграмм в России [7,8,9] и мире [10] есть. В соответствии с данной методикой, образцы помещались в трубу из дюралюминия сплава Д16Т. К днищам образцов приклеивались крышки. Между верхним торцом трубы и крышкой оставляли зазор, что позволяло испытывать образец по стандартной методике и определять основные характеристики бетона E_b и ν_b . После соприкосновения крышки с трубой часть нагрузки воспринималась трубой. Данная методика позволяет определять пиковую нагрузку и величину предельной относительной деформации сжатия. Дальнейшее повышение общей нагрузки позволяет получить нисходящую ветвь и определить относительную деформацию, соответствующую уровню нагружения $0.85R_b$ на нисходящей ветви. Нагружение производилось с 5-минутной выдержкой на ступени. В начале и конце выдержки снимались показания прибора. Поскольку после пиковой нагрузки появляются магистральные трещины, в следствии чего, тензорезисторы выходят из работы, дальнейшее измерение деформаций производилось индикаторами часового типа, которые были установлены в маяках, закреплённых в крышках устройства.

По результатам проведённого эксперимента была составлена таблица 1, где представлены физико-механические характеристики бетона полученные на образцах-призмах и образцах-цилиндрах, а так же диаграммы $\frac{\sigma}{R_b} - \varepsilon$ Рисунки. 1,2

Табл. 1.

Образцы	R_b МПа	E_b МПа	ν_b	ε_{b_0}	$\varepsilon_{b_0}^{-0.85}$
Призмы	28.4	$27.3 \cdot 10^3$	0.207	204	284
Цилиндры	30.5	$31.85 \cdot 10^3$	0.202	207	290

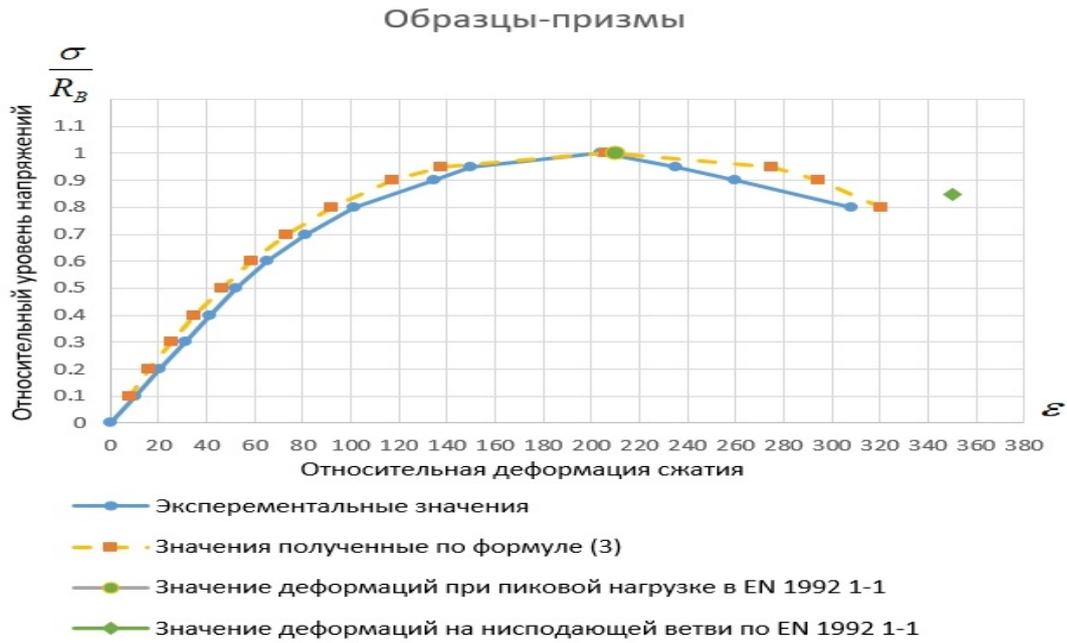


Рис.1 Диаграмма $\frac{\sigma}{R_B} - \epsilon$ для образцов-призм

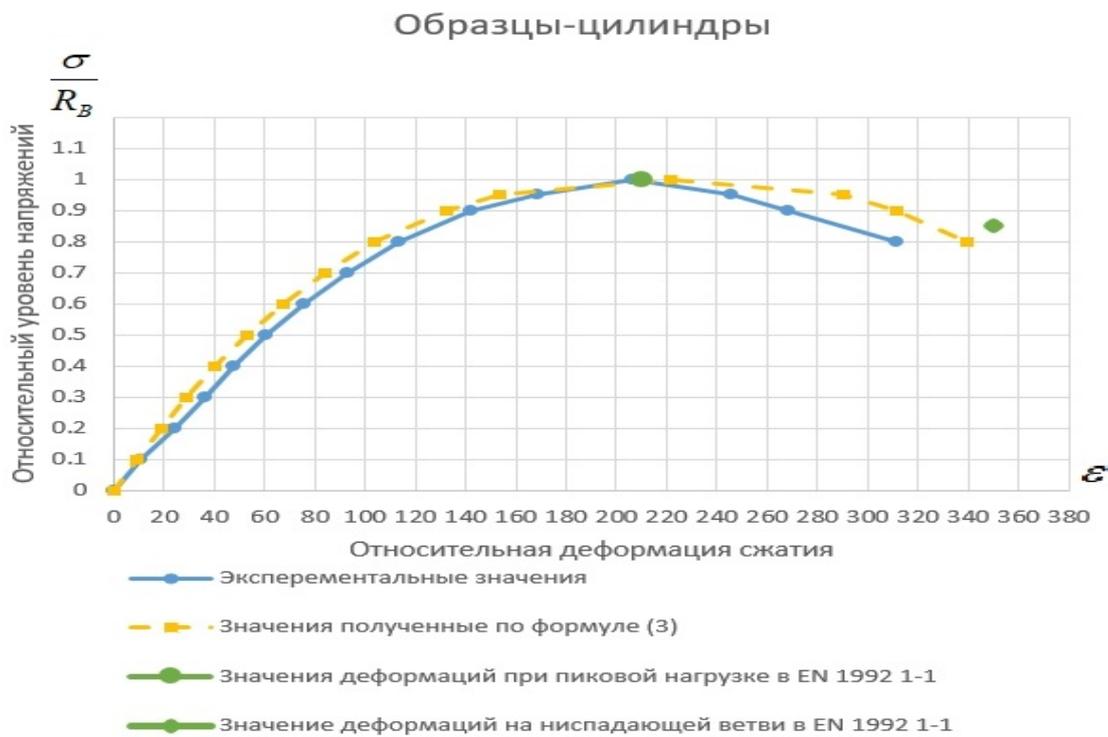


Рис..2 Диаграмма $\frac{\sigma}{R_B} - \epsilon$ для образцов-цилиндров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как видно из таблицы 1 и Рисунков 1,2 при пиковой нагрузке, и нагрузке на уровне $0.85R_b$ нисходящей ветви, значения предельных относительных деформаций бетона, полученные на образцах-цилиндрах и образцах призмах, близки. Если сравнивать призмную и цилиндрическую прочности, то у цилиндров прочность выше на 7.4 %. А реальный модуль упругости выше на 16.7 %.

Для расчётов напряжённо деформированного состояния конструкций необходимо знать не только конечные значения деформаций, но и промежуточные значения. В статье [1] авторы проводят анализ нормативных документов разных стран, где в расчётах используются полные диаграммы деформирования бетона и предельные относительные деформации, а также аналитическое описание этих диаграмм, что указывает на важность изучения этих вопросов.

В работе [11] было предложено уравнение (1), которое позволяет оценивать промежуточные значения деформаций в зависимости от относительного уровня напряжений, как на восходящем, так и на нисходящем участке диаграммы

$$\varepsilon_\eta = \varepsilon_{b_0} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sigma}{R_B}} \right) \quad (1)$$

-где ε_{b_0} - предельная относительная деформация, $\varepsilon_{b_0} = 0,0225 * \sqrt[3]{\frac{R_b}{E_b}}$

Следует отметить что, при подсчёте относительных деформаций на ниспадающем участке в скобках следует заменить знак – на +.

Результаты экспериментов [11] проведённые на бетоне с призмной прочностью 23.3 МПа и модулем упругости 27.9 МПа показали хорошую сходимость данного уравнения с результатами опытов.

Попытка описания наших экспериментов данной формулой подтвердила её корректность, как при описании диаграмм, полученных на призмах, так и на цилиндрах. На Рисунках 1,2 представлены результаты экспериментов и их аналитическое описание. Сравнивая их между собой, можно сделать вывод об их удовлетворительном соответствии.

В действующих европейских нормах (EN 1992 1-1) зависимость между относительным уровнем напряжения и относительными деформациями выражается с помощью формулы (2), имеющей вид:

$$\frac{\sigma_c}{f_{cm}} = \frac{K \eta - \eta^2}{1 + (K - 2) \eta} \quad (2)$$

-где $\eta = \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c1}}$

$$k = 1,05 E_{cm} \times \frac{|\varepsilon_{c1}|}{f_{cm}}$$

ε_{c1} - относительная деформация при максимальном (пиковом) значении напряжения, принимаемая по таблице.

Учитывая, что, в данном уравнении нет параметра отвечающего за нелинейность кривой деформирования, точность определения промежуточных значений оценить очень сложно. Авторы статей [12-15] так же указывают на то что, формула (2) имеет ряд недостатков, которых можно избежать введением дополнительных параметров.

На Рисунке 1,2 отмечены точки значений относительной деформации для пиковой нагрузки и ниспадающей ветви взятых из таблицы (3.1) EN 1992 1-1, следует отметить что, они достаточно хорошо коррелируют с результатами наших испытаний.

Как видно из Рис.1,2 формула (1) удовлетворительно описывает результаты эксперимента. Для оценки напряжений при заданном уровне деформации формулу (1) можно преобразовать в виде (3).

$$\sigma = R_b - \left(1 - \frac{\varepsilon}{\varepsilon_{b_0}}\right)^n * R_b \quad (3)$$

-где ε -текущая относительная деформация;

Последние результаты экспериментальных исследований доказали, что для корректного описания диаграмм деформирования бетона разных классов, необходимо степень подкоренного выражения в уравнении (3) определить в соответствии с R_b и E_b по формуле (4).

$$n = 3,5 - \frac{R_b}{E_b} \quad (4)$$

ВЫВОДЫ

Таким образом, для сравнения полных диаграмм деформирования, полученных на образцах-призмах и образцах-цилиндрах следует продолжать экспериментальные исследования для различных классов бетона, что позволит скорректировать уравнение и изучить основные отличия, как для восходящего участка, так и нисходящего и определить предельные классы бетона для которых имеет место нисходящая ветвь.

Кроме того, необходимо проводить длительные эксперименты по определению ползучести бетона, в образцах-призмах и образцах-цилиндрах, что будет способствовать сближению методик испытаний по российским и европейским нормам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панфилов Д Е, Пищулев А А и Гамадетдинов К И. 2014 Обзор существующих диаграмм деформирования бетона при сжатии в отечественных и зарубежных нормативных документах (Москва: *Промышленное и гражданское строительство*) №3 Рр. 80-84.
2. Гончаров И Г. 1960 Прочность каменных материалов (Москва: *Стройиздат*) – Л. Рр.124.
3. Мурашкин Г В и Пищулев А А. 2009 Использование деформационных моделей для определения несущей способности железобетонных изгибаемых элементов с коррозионными повреждениями сжатой зоны бетона (Орёл: *Известия ОрёлГту. Строительство и реконструкция*) №6.Рр. 36-42.
4. Мурашкин Г В, Мурашкин В Г и Панфилов Д А. 2012 Применение программных комплексов для уточнённого расчёта прогибов железобетонных элементов (Москва: *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*) vol 8 №4 Рр 89-95
5. Murashkin G, Panfilov D and Murashkin V. An Improved Technique of Calculating Deflections of Flexural Reinforced Concrete Elements Made of Conventional and High-Strength Concrete. (Usa: *Jornal of Civil Engineering and Architecture*) Vol 7 №2 (serial no 63) Рр 125-131.
6. Безгодов И М. 2015 К вопросу оценки предельной относительной деформации бетона при сжатии для различных классов бетона (Москва: *Бетон и железобетон*) №5 Рр. 9-11.
7. Безгодов И М и Левченко П Ю. 2013 К вопросу о методике получения полных диаграмм деформирования бетона (Москва: *Технологии бетонов*) №10 Рр. 34-36.
8. Бич П М. 1987 Экспериментально-теоретические исследования закритических характеристик бетона (Moscow: *Бетон и железобетон*) №3 Рр 26-27.
9. Кроль И С и Красноварский Р О. 1986 Измерение полной диаграммы деформирования методом перераспределения усилий (Измерения физико-механических свойств строительных материалов, сборник научных трудов) (Moscow: *ВНИ ИФТРИ*) Рр 77-83.
10. Kiruchi M, Murai T and Komuro S. 1986 Stress-Strain curves of sintered fly ash aggregate concrete in compression (Tokio: *Cement association of Japan general meeting*) Review of the 40th

Рр 210-213.

11. Безгодков И М, Пахратдинов А А и Ткачёв Е В. 2016 Физико-механические характеристики бетона на щебне из дроблёного бетона (Москва: Вестник МГСУ) -№10. – Рр.24-34.

12. Карпенко Н И, Соколов Б С и Радайкин О В. 2013 Анализ и совершенствование криволинейных диаграмм деформирования бетона для расчёта железобетонных конструкций по деформационной модели (Москва: Промышленное и гражданское строительство) -№1 - Рр. 28-30.

13. Римшин В И, Кришан А Л и Мухаметзянов А И. 2015 Построение диаграммы деформирования одноосно сжатого бетона (Москва: Вестник МГСУ) №6. –С.23-31.

14. Zidonis I. 2007 A simple-to-integrate formula of stress as a function of strain in concrete and its description procedure (*Mechanica*) №4 (66). Pp 23-30.

15. Zidonis I. 2013 Strength calculation method for cross-section of reinforced concrete flexural member using curvilinear concrete stress diagram of EN-2 // 11th International conf on Modern Bulding Materials, Structures and Techniques. MBMST.Procedia Engineering. Vol. 57. Pp 1309-1818.

О ПРОБЛЕМАХ И ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ТОРГОВ В ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОЙ СФЕРЕ РФ

*Федорович А.С., студент 4 курса, 3 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Лазарева Н.В., доцент каф.ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

Развитие экономики любого государства обусловлено объективной необходимостью создания эффективной системы государственного заказа для удовлетворения потребностей различных федеральных, территориальных и муниципальных структур в приобретении ряда необходимых для хозяйственной деятельности товаров, работ и услуг. Данная статья раскрывает наиболее актуальные проблемные вопросы и специфические особенности организации и размещения государственных закупок в инвестиционно-строительной сфере. Так, строительная продукция характеризуется некоторыми существенными особенностями. Вследствие чего, система государственного строительного заказа должна предельно четко отражать аспекты данной специфики. На протяжении последних 15 лет законодательство в области регулирования государственных закупок РФ претерпевало существенные изменения, причем не единожды. На сегодняшний день работают нормы Федерального Закона № 44-ФЗ о федеральной контрактной системе. Принятие данного закона явилось, действительно, значимым шагом в области правового регулирования системы осуществления государственных закупок. При этом практические аспекты осуществления закупок строительной продукции пока еще не позволяют сделать резюмирующий вывод о решении всех созревших вопросов. В настоящей статье приводится описание отрицательных моментов опыта применения электронных аукционов в рамках проведения закупок в строительной области как порождающих наступление чрезвычайно негативных результатов. Приводятся обоснованные предложения по разрешению существующих проблем, которые дадут возможность учета всех особенностей строительной продукции как объекта, а также позволят произвести более эффективное использование средств бюджета и, несомненно, улучшить качественные характеристики строительной продукции.

Ключевые слова: федеральная контрактная система; государственные закупки; государственный строительный заказ; конкурс; аукцион; инвестиционно-строительный конкурс; строительная продукция.

Выполнением субъектами из числа строительных компаний обязательств по организации и проведению договорных работ напрямую влияет на финансовое положение данных организаций, как и на финансовые аспекты деятельности любых иных организаций. И в качестве оптимального варианта представляется та ситуация, когда от количественной характеристики этих договорных работ зависит статус организации на рынке. Однако, в сложившихся рыночных условиях такая ситуация встречается далеко не во всех случаях.

В современной обстановке в соответствии с [1], (Рис. 1.) объёмы вложений в

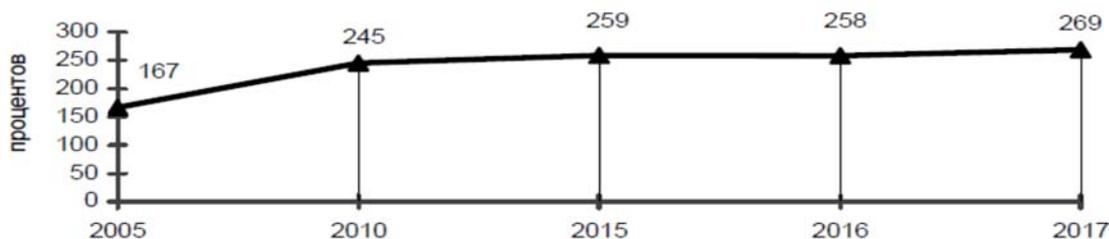


Рис. 1. Инвестиции в основной капитал

строительство во многих субъектах РФ существенным образом увеличились и наблюдаются стремительные темпы их роста. Несмотря на данное обстоятельство, число введенных в эксплуатацию жилых строений согласно [1], (Рис. 2), а, следовательно, и определение налоговой отдачи от их строительных комплексов происходит в меньшую сторону, причем с такими же скоростными показателями. Причина такого положения дел в данной сфере кроется в следующем: происходит не подвластное контролю со стороны местных властных структур и влиянию представителей общественности обращение генеральных подрядных организаций «из центра» в направлении отдельных регионов параллельно с инвестиционными вложениями, как правило, государственного происхождения. Пришедшие в регионы генеральные подрядные организации одерживают победы в тендерах, выставляя в качестве предложения в рамках закупочной деятельности, на первый взгляд, наиболее выгодные в сравнении с предложениями конкурентов условия исполнения контрактных обязательств.

Но вслед за подписанием контракта наступает, в свою очередь, подписание генеральными подрядчиками договоров с субподрядчиками, иначе говоря, с непосредственными исполнителями контрактных обязательств по реализации строительных

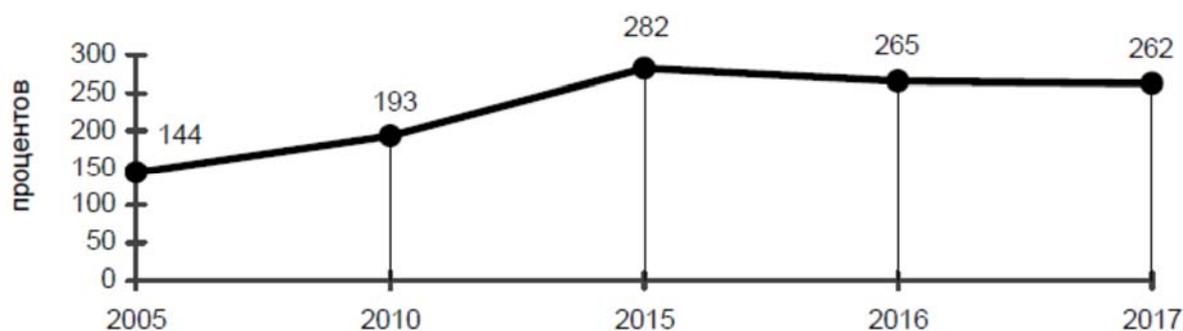


Рис. 2. Объем выполненных работ по виду экономической деятельности строительство.

работ - строительными организациями. И в этой ситуации, когда эти субподрядные компании выступили на конкурсе с наиболее высокими параметрами предложенной цены как условия контракта. В конечном итоге, во многих случаях проекты на огромные суммы (достигающие многомиллиардных объемов) реализуются в региональном масштабе в разрез с интересами строительного комплекса отдельных взятых регионов и в отрыве от устремлений местных жителей. При этом, не обладая необходимыми условиями для дальнейшего совершенствования, слои малого и среднего строительного бизнеса, попросту терпят финансовый крах, так как выплаты уже на невыгодных условиях по договору генеральные подрядные организации либо производят с задержкой, либо в полной мере отсутствует внесение такого рода платежей.

Сфера проведения государственных закупок в неизменном виде являлась одним из краеугольных центров сосредоточения социальных интересов, а также намерений государственных и регулирующих органов. В соответствии с [2] этому благоприятствует ряд обуславливающих факторов.

Во-первых изначально, среди иных позиций номенклатуры в структуре общего денежного объема государственных закупок в РФ строительная продукция занимает главенствующую позицию в силу собственной значимости. Так, на протяжении 2018 года по предмету - выполнение строительных и проектных работ - было реализовано посредством практики заключения государственных и муниципальных контрактов в суммовом выражении порядка 7 993 839,8 млн. руб., или 38,82% от общего объема государственного заказа (представлено в Таблице 1). С другой стороны, с учетом того, что по виду деятельности «Строительство» объем выполненных работ исполнителями составил размер

порядка 5 981,7 млрд. руб., государство в РФ является заказчиком более 30% общего объема выполненных строительных работ.

Табл. 1 Распределение цены заключенных государственных и муниципальных контрактов по группам закупаемой номенклатуры в пределах 2018 года (составлено автором)

№ п/п	Группа номенклатуры	Цена контрактов, млн. руб.	Процентная доля цены контрактов,
1	Прочее	7 993 839,8	39,95
2	Работы по строительству зданий и сооружений или их составных частей	6 697 216,9	33,47
3	Услуги в области архитектуры, инженерно-технического проектирования и смежных сферах	1 070 514,2	5,35
4	Препараты фармацевтические, продукты медицинские химические и продукты лекарственные растительные	1 016 488,2	5,08
5	Услуги электрической связи	776 372,9	3,88
6	Услуги, связанные с научными исследованиями и экспериментальными разработками в области естественных и технических наук	714 343,1	3,57
7	Посреднические услуги в денежно-кредитной области	660 317,1	3,30
8	Изделия медицинские, в том числе хирургическое оборудование, ортопедические средства	650 312,3	3,25
9	Услуги по операциям с недвижимым имуществом за вознаграждение или на договорных началах	430 206,6	2,15

Во-вторых, в отношении большей части проектов инфраструктурной сети, социально значимых объектов (автодороги и железные дороги, общественные сооружения, работы по благоустройству территории) заказчиком строительства выступает само государство в лице его уполномоченных представителей.

В-третьих, в силу наличествующей высокой степени капиталоемкости реализация государственных проектов инвестиционно-строительной направленности в наибольшей степени подвержена воздействию коррупционных факторов. И, соответственно, реализация такого рода проектов может быть подвержена влиянию коррупции, в целом, как явлению.

Отдельное место строительного комплекса в системе государственных закупок способствовало четкому укреплению в разработках представителей научной общественности такой дефиниции, как «государственный строительный заказ», а некоторые авторы обосновывает необходимость наделяния функциями заказчика строительных работ предпринимательских структур, непосредственно ориентированных на разрешение целей и задач в области строительства [2, 3, 4, 5].

Необходимость обеспечения вопросов текущей хозяйственной деятельности различных государственных и муниципальных структур выступает одной из объективных причин появления и функционирования системы государственного заказа в экономике РФ, Также является такой причиной реальная потребность проведения данными структурами мероприятий в рамках претворения в жизнь содержания многоплановых государственных и муниципальных программ. В связи с принятием Федерального закона от 06.05.1999 № 97-ФЗ

«О конкурсах на размещение заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных нужд» (далее по тексту Закон №97-ФЗ) стало возможным становление указанной системы в российском обществе. Нормативные предписания Закона №97-ФЗ содержательно отражали обобщенные положения по процедуре проведения конкурсов и очерчивали круг полномочий их организаторов весьма многопланово, в частности, наделяли их правом предварительного отбора участников конкурса, самостоятельного установления квалификационных требований к участникам конкретной процедуры, определения критериев оценки поступивших предложений на предмет выбора победителя и пр.

При этом размещение заказов на выполнение работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства должно производиться посредством проведения открытого аукциона в электронной форме – такова четкая регламентация согласно пункту 4.1. Закона №97-ФЗ. Исключение из правила составляли категории особо опасных технически сложных объектов капитального строительства, искусственные дорожные сооружения в составе автомобильных дорог федерального, регионального или межмуниципального, местного значения. Размещение заказов по данным объектам могло осуществляться путем электронного аукциона или на конкурсной основе. Так же, при размещении заказов на выполнение строительных работ с ценой лота 50 млн. рублей и выше заказчики наделялись правом выдвигать к участникам торгов квалификационные требования (имеющийся опыт выполнения аналогичного рода работ, наличие необходимых ресурсов и т.д.).

Основополагающая цель введения формы электронных аукционов виделась в недопущении действий злонамеренного характера в области размещения государственных заказов путем сведения к минимуму влияния фактора субъективности как такового, когда речь шла о выборе победителя по результатам проведения конкретной процедуры. В итоге это должно было привести к более эффективной работе всей системы государственных закупок и достижению экономии средств бюджета. Однако в ходе проведения электронных аукционов в строительстве обнаружилась несостоятельность указанной процедуры государственных закупок.

В сфере строительства, при выполнении реконструкции или в ходе капитального ремонта всякий проект обладает своими четко определенными индивидуальными, присущими только ему особенностями. Именно поэтому механизм закупки строительной продукции должен различаться с организацией процедуры закупок «типовой» продукции, где товары практически можно сравнивать только по ценовой категории (лекарственные препараты, сырье, канцелярские принадлежности и прочая продукция).

Зачастую существенный и в экономическом плане необоснованный уровень уменьшения цен (демпинговая политика) со стороны небольших строительных организаций являет собой главную проблему при проведении процедур электронных аукционов для ряда заказчиков. Ввиду применения подобного приема такие организации одерживают победу над крупными, завоевавшими свое авторитетное место на рынке, организациями с большим опытом выполнения подобного рода работ, наличием высококвалифицированных сотрудников из числа инженерно-технического состава и хорошим материально-техническим оснащением как базой деятельности компании.

Как известно, характеристика регулируемости присуща системе ценообразования и сметному нормированию в строительной сфере. Служащий основанием для определения начальной (максимальной) цены торгов, размер сметной стоимости объектов капитального строительства проверяется на предмет достоверности представителями компетентных органов согласно нормам утвержденного Положения о проведении проверки достоверности определения сметной стоимости объектов капитального строительства, строительство которых финансируется с привлечением средств федерального бюджета. Со своей стороны, указанная цена обеспечивает подрядчику возврат расходов в ходе строительного производства полностью и получение прибыли в объеме показателя ее нормы [6].

Уменьшение начальной цены торгов на десятки процентов, что часто можно отслеживать при проведении электронных аукционов, неминуемым образом приводит к действиям подрядных организаций по вынужденной экономии фактически всецелым образом, в их числе в этих целях ими принимается в расчет и фактор безопасности. В рамках такой экономии ими используются менее качественные или идущие в разрез с положениями проектной документацией материальные ресурсы, малоквалифицированные работники и нарушается ход технологического процесса строительного производства. При таких обстоятельствах, применительно к заказчику выигрыш на электронных аукционах ввиду существенного уменьшения ценового фактора создает повышенные риски снижения качественной составляющей строительства. В итоге он рискует не исполнить или не должным образом исполнить оговоренные государственным контрактом обязательства, вытекающие из его содержания.

Необходимо отдельно отметить, что ни в одном из существующих государств мира нет опыта проведения закупок на проведение строительных работ в среде электронных торговых площадок. Скажем даже более того. Так, за рубежом проведение электронных аукционов представляется правомерным в случае не превышения цены контракта границы 60 тыс. евро [6].

С иной стороны, специфика российского бюджетного процесса заставляет руководителей государственных (муниципальных) заказчиков проявлять заинтересованность в освоении выделяемых средств с использованием любых на то способов. Данный момент представляет собой дополнительное обстоятельство, сдерживающее повышение качественной стороны строительных работ.

С 01.01.2014, в связи с введением в действие положений Федерального закона №44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» (далее по тексту Закон №44-ФЗ) особенности механизма государственных закупок заключаются в реализации формы федеральной контрактной системы, распространяющейся не только на процессы закупок, но и на вопросы прогнозирования и составления детальных планов закупок. Такая система реализуется также в отношении аспектов мониторинговой деятельности, осуществления аудита и качественного исполнения всех контрактных обязательств.

Оставляя для изучения в рамках отдельного исследования вопроса роли этого закона в становлении полноценной системы государственного прокьюрента, проанализируем, какие перемены произошли в правовом регулировании процедур закупок строительной продукции. В содержании Таблицы 2 отражен анализ регламентированных нормативными положениями Закона №44-ФЗ способов определения подрядчиков при размещении государственных заказов на выполнение работ.

Как видится, благодаря Закону №44-ФЗ в существенном аспекте увеличился перечень способов определения подрядчиков. Заказчикам предоставлено больше гибкости в действиях по реализации этапов процедуры закупки с учетом особенностей закупаемой строительной продукции. Основным способом проведения закупок остается аукцион в электронной форме. Стоит подчеркнуть, что превышение определенных лимитов по параметру начальной цены торгов (150 млн. рублей для государственных закупок, 50 млн. рублей для - муниципальных) предоставляет возможность заказчикам прибегать к необходимости проведения процедуры открытого конкурса. В ситуации превышения указанных лимитов при закупке строительных работ в отношении опасных, технически сложных объектов капитального строительства заказчик организует для проведения особую форму конкурса - конкурс с ограниченным участием, привнося в рамках участия в проведении конкурса ряд дополнительных требований к участникам процедуры:

Табл. 2. Сравнительная характеристика применения разных способов выбора подрядчиков при осуществлении процедур государственных закупок строительной продукции в соответствии с положениями Закона №44-ФЗ (составлено автором)

№ п/п	Способ выбора подрядчика	Условия применения
1	Открытый конкурс	1.Выполнение работ архитектурно-строительного проектирования. 2. Оказание услуг строительного контроля. 3. Стартовая цена контракта при закупке работ по строительству, реконструкции, капремонту объектов капитального строительства, не относящихся к особо опасным, технически сложным объектам капитального строительства, искусственным дорожным сооружениям в составе автомобильных дорог, для обеспечения государственных нужд превышает 150 млн. рублей, для муниципальных - 50 млн. рублей.
2	Конкурс с ограниченным участием	Должны одновременно наличествовать следующие обязательные условия: 1.Выполнение работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту особо опасных, технически сложных объектов капитального строительства, а также искусственных дорожных сооружений в составе автомобильных дорог. 2. Стартовая цена контракта при проведении закупок для обеспечения государственных нужд превышает 150 млн. рублей, для муниципальных - 50 млн. рублей.
3	Двухэтапный конкурс	Проведение работ архитектурно-строительного проектирования, в целях уточнения характеристик объекта необходимо провести его обсуждение с участниками процедуры.
4	Процедура закрытого конкурса	В случае, если сведения о закупке являются предметом государственной тайны, с учетом условий реализации открытого конкурса.
5	Закрытый конкурс с ограниченным участием	В случае, если сведения о закупке являют собой государственную тайну, с учетом условий реализации конкурса с ограниченным участием.
6	Закрытый двухэтапный конкурс	Если сведения о процедуре закупки являются государственной тайной, с учетом условий реализации двухэтапного конкурса.
7	Аукцион в электронной форме	Основная форма осуществления закупки строительной продукции.
8	Закрытый аукцион	Не используется.
9	Запрос котировок	Процедура допустима в ситуации не превышения начальной цены порога в виде 500 тыс. руб.
10	Процедура запроса предложений	Не используется.
11	Закупка у единственного подрядчика	Осуществление авторского надзора строительства. В иных случаях закупка возможна в случае не превышения стартовой цены торгов порогового размера 500 тыс. руб.

- имеющийся опыт выполнения работ по аналогичным особо опасным, технически сложным объектам на протяжении последних 3 лет с контрактной стоимостью не менее 20 процентов от стартовой контрактной цены, на право заключения которого осуществляется проведение процедуры конкурса;

- наличие необходимого для надлежащего исполнения контракта и исполнения в установленный срок объектов недвижимого имущества, оборудования, технических приспособлений.

Обобщив нормативные положения Закона №44-ФЗ и нормы соответствующих, принятых во исполнение, подзаконных актов РФ, а также, руководствуясь научными работами [7-12], можно подвести необходимые итоги в нижеследующем виде:

1. Перечень законным образом регламентированных, допустимых к фактической реализации способов государственных закупок продукции из разряда строительной ввиду нормативных предписаний Закона №44-ФЗ был существенным образом изменен в большую сторону.

2. Аукцион в электронной форме, открытый конкурс, конкурс с ограниченным участием являются ведущими способами проведения государственных закупок в строительстве. Превалирующую долю по количеству закупок составляют электронные аукционы, позволяя вести речь о того же плана отрицательных факторах, описанных выше по тексту.

3. Открытый конкурс и конкурс в 2 этапа представляют основные способы закупки в отношении работ архитектурно-строительного проектирования. Данный момент видится по своей сути положительным, поскольку посредством применения процедур электронных аукционов в более ранние периоды проявления демпинга встречались в еще более значительной степени.

4. Антидемпинговые меры согласно правовым нормам Закона №44-ФЗ впервые предусмотрены в рамках проведения процедур закупок как то - конкурса и аукциона. Они заключаются в необходимости при снижении цены более 25 процентов от стартовой предоставления обеспечения исполнения контрактных обязательств в размере, в 1,5 раза выше стандартного размера, или наличия у участника торгов соответствующего опыта выполнения работ за последний год деятельности.

Учитывая вышеизложенные моменты, функционирующий на сегодняшний день механизм государственного заказа в строительстве позволяет сделать вывод о том, что с точки зрения интересов участников строительного комплекса оценка правовым предписаниям нормативного акта - Закона №44-ФЗ, в целом, должна даваться в позитивном ракурсе в его умеренных пределах. При этом, имеющаяся система регулирования проведения закупок в строительной сфере все еще не принимает полноценно в расчет специфику деятельности строительных организаций и, соответственно, требуется ряд последовательных действий по ее дальнейшему видоизменению в сторону совершенствования.

По убеждению автора, в целях обеспечения развития современной системы государственного строительного заказа, обеспечивающей надобности в их нынешнем видении, представляется целесообразной реализация комплекса мероприятий, включающего следующие важные аспекты:

1. Разработка отдельной главы в структуре нормативных положений Закона №44-ФЗ относительно специфических особенностей проведения закупок строительных услуг или, в качестве альтернативного варианта, самостоятельного федерального закона, регулирующего вопросы подряда для государственных и муниципальных нужд.

2. Отходя от аукционной формы закупок, акцентирование внимания в сторону закупок в форме конкурса, что способствует выбору в качестве победителя наиболее квалифицированного подрядчика согласно предъявляемым к нему требованиям.

3. Одним из центральных критериев при определении подрядчика должны стать моменты, связанные с деловой репутацией организации, однако в действующей редакции закона данное понятие не имеет четко определенных критериев определения сути таковой. Давая оценку деловой репутации, нужно принимать во внимание продолжительность деятельности строительной организации в рыночной среде, наличие возведенных объектов и их качественные характеристики, факты реализации претензионных обращений субъектов хозяйственной деятельности в адрес конкретной организации и принятые по результатам их рассмотрения соответствующие решения.

4. В целях недопущения со стороны участников торгов проявлений недобросовестной конкуренции, выражающихся в установлении цен критичного низкого уровня, следует предпринять шаги на пути значительного усиления мероприятий антидемпингового характера. В том числе должны быть определены отсечные параметры, при превышении которых у участника конкретной процедуры закупки возникает необходимость представления соответствующих материалов как необходимого закономерного обоснования (к примеру, направление технико-экономического расчета как обоснования уменьшения цены предложения).

ЛИТЕРАТУРА

1. Строительство в России. - 2018: Стат. сб. / Росстат. - М., С863 2018. – 119 с.
2. Асаул А.Н., Кощеев В.А. Государственное предпринимательство в строительстве (государственный строительный заказ). - СПб.: АНО ИПЭВ, 2009. - 300 с.
3. Булей Н.В. Государственный строительный заказ: теория и практика // Фундаментальные исследования. - 2015. - №2-8. - С. 1730-1734.
4. Кощеев В.А., Кныш М.И. Государственный строительный заказ как механизм поддержки наиболее эффективных форм предпринимательства в строительстве // Экономическое возрождение России. - 2010. - №3 (25). - С. 21-28.
5. Цапко К.А., Побегайлов О.А. Научные проблемы экономики строительства: учебное пособие. Ростов н/Д: Рост. гос. строит. ун-т, 2015. – 112 с.
6. Перфильев А.А., Щербина Н.Н., Гриценко Г.М. Особенности проведения торгов на выполнение подрядных работ в связи с вступлением в силу федерального закона №44-Федерального закона «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // Вестник Алтайской науки. - 2014. - №2-3(20-21). - С. 226-230.
7. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Жаров Я.В. Основные теоретические положения логистики регулирующих воздействий в инвестиционно-строительной сфере // Вестник МГСУ. 2014. № 7. С. 174—183.
8. Сборщиков С.Б., Хрипко Т.В. Основные положения формирования параметрической модели выбора контрагентов в условиях инжиниринговой схемы управления // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 212-218.
9. Журавлев П.А., Сборщиков С.Б. К вопросу использования ресурсно-технологического моделирования при формировании инвестиционных программ // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 7. С. 198-201.
10. Волков А.А., Сборщиков С.Б., Хрипко Т.В. Формализованное описание процедуры оценки предложений претендентов (организатора строительства и подрядных компаний) при инжиниринговой схеме управления // Вестник МГСУ. 2016. № 10. С. 105-111.
11. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В. Влияние случайных факторов на траекторию устойчивого развития инвестиционно-строительной деятельности на уровнях иерархии // Вестник МГСУ. 2015. № 10. С. 162-170.
12. Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В. Стоимостной инжиниринг как основа интеграции процессов планирования, финансирования и ценообразования в инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2015. № 11. С. 178-185.

СЕКЦИЯ «АРХИТЕКТУРА И КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

ВЛИЯНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ ЗДАНИЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ НА СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

*Бухтоярова Я.С., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Гиясов Б.И., доцент каф. АСП, к.т.н., доцент*

Аннотация

В данной статье будет рассмотрен вопрос пагубного влияния города и возможные решения этой проблемы. С этой целью будет проведен анализ городской застройки и экологических факторов искусственной среды. Затем будут рассмотрены компоненты, оказывающие вредное влияние на состояние человека, вследствие анализа которых будет найден один из вариантов решений. Нами будут рассмотрены все положительные и отрицательные стороны данного выхода из этой проблемы. В статье будут продемонстрированы реальные примеры пагубного влияния современного видения города и исследования, проведенные на тему воздействия окружающей среды на сегодняшнего горожанина.

Искусственная среда обитания человека (здания, дворовое пространство) - это замкнутая среда, в котором современный человек проводит до 90% жизни. Современный город является совокупностью сложных архитектурно-пространственных форм связанных транспортной и инженерной инфраструктурой. Плотная застройка, рост числа высотных зданий однообразная прямоугольная архитектура характерная современным городам оказывает сильное влияние на состояние человека.

Для того, чтобы разобраться в этой проблеме необходимо произвести анализ типовой застройки и обозначить негативные факторы влияния современного города.

Нынешнее городское население подвергается влиянию вредных экологических факторов, которые подразделяются на физические, химические и социальные. К физическим можно отнести недостаточную освещенность солнцем инсоляцию, природных звуков, шумовое загрязнение техногенного характера, вибрации и тепловое загрязнение в результате нагревания плоских поверхностей. К химическим: загрязнение питьевой воды (хлорированием, добавками железа, цинка и т.д.), атмосферы и почвы. К социальным – высокая плотность населения, и как следствие психические перегрузки и психологический стресс.



Рис. 1 Экологические факторы города.

Экологические факторы являются составляющей частью природных климатических факторов, т.к. природные климатические факторы непосредственно оказывают влияние на человека в городской среде, а особенно ощущается их влияние на физиологию и психику горожанина.

Данная проблема приобрела актуальность, потому что причиной послужившей однообразию архитектуры городов стала массовая застройка нашей страны однотипными многоэтажными домами после 60-х годов. Государственная программа предполагала выделить каждой семье отдельную квартиру, что привело к возведению многоквартирных типовых домов, которые строились в короткие сроки. При этом влияние типизации архитектуры городов на состояние горожан не учитывалось.

На сегодняшний день перед современными архитекторами стоит ясная цель - создание благоприятной для человека городской среды. Поэтому необходимо решить следующие задачи:

1. Благоустройство дворовых пространств с учетом экологических факторов.
 2. Создание зон отдыха, благоприятных для психической и физической разгрузки (дворовые пространства, переходы).
 3. Придание сферической и обтекаемой формы, современным проектируемым зданиям.
- Эти действия окажут большое значение на современную архитектуру и, как следствие, облик городов.

В искусственной среде обитания человека господствует архитектура прямого угла, что является противоестественным, т.к. сам же он «соткан» из плавных поверхностей и изогнутых линий, а прямой угол является частным видом геометрической формы.

Еще одним фактором нарушения естественности является несоблюдение правила золотой пропорции, правила гармонии. Игнорирование этого принципа оказывает подавляющее действие на живые организмы одной только своей формой и пропорциями. Форма, в основе построения которой лежит сочетание принципа симметрии, способствует наилучшему восприятию и появлению ощущения красоты и гармонии

По статистике, в районах типовой застройки наблюдается самый высокий процент криминальных происшествий. Большое влияние оказывает неблагоприятная визуальная среда, когда человек вынужден жить в окружении одинаковых зданий с острыми формами, это приводит к возникновению и развитию психических заболеваний, падению нравственности и процветанию низменных качеств человеческой природы.

Правительства некоторых стран уже взяли курс на оздоровление искусственной среды обитания. Таким примером может считаться жилой комплекс «Прюитт-Игоу» (Pruitt-Igoe), построенный в 1956 году в Сент-Луисе (штат Миссури, США). Он считался одним из самых амбициозных проектов послевоенного времени для жилого строительства в США. Он состоял из 33-х 11-этажных полностью одинаковых зданий типовой застройки и был рассчитан на проживание 12 тыс молодых квартиросъемщиков среднего класса. Однако, уже через год после заселения, квартал начал превращаться в гетто, а полиция стала отказываться приезжать по вызову в район, в следствие чего 1970 году комплекс объявили зоной бедствия и началось отселение жильцов. Из-за нечеловеческих условий жизни в 1972 году начался снос жилого комплекса "Прюитт-Игоу", который был завершён в 1974 году.

Таким образом, можно отследить негативное влияние прямоугольных, неприятных глазу архитектурных форм типовой одинаковой застройки на состояние человека.

Чтобы приблизить искусственную среду обитания к естественной, необходимо добавить природных элементов и изменить, в первую очередь, визуальную составляющую окружающих форм.

Так, к примеру, одним из главных моментов в проектировании зданий и сооружений должно быть цветовое решение фасада. Исследования, проведенные швейцарским психологом, Максом Люшером, показали, что цвет может изменить функции некоторых систем человеческого организма. Например, наблюдение оранжево – красного цвета

увеличивает частоту пульса, дыхания, давление крови, оказывает возбуждающее действие. Темно – синий цвет, напротив, приносит успокоение. Цвета действуют на душу, они могут вызывать чувства и мысли успокаивающие или волнующие, печальные или радующие.

Современные постройки сделаны в ярких оттенках, что положительно влияет на психологическое состояние человека. Чаще используют не броские, не резкие, а умеренные и в меру яркие оттенки, которые легко воспринимаются глазом

Одним из направлений, набирающих популярность в архитектуре, становится экологическое строительство. Его идея заключается в реализации природных форм и сохранении и поддержании здоровой экологической среды. Если окружающее пространство будет радовать глаз и создавать дружелюбную окружающую среду при помощи архитектурных средств и грамотных планировочных решений — то это хорошая архитектура или даже визуальная экология.

Одним из удачных примеров создания гармонии между миром зданий и сооружений с миром людей является использование куполообразных форм в строительстве.

Дома круглой формы люди строили еще сотни лет назад, и это неудивительно, ведь именно плавные линии считаются более натуральными, так как повсеместно встречаются в окружающей природе.

Если рассматривать куполообразные формы с точки зрения конструкции и эстетики, то можно выявить ряд достоинств:

1. Площадь внешней поверхности у купольных строений меньше, а внутренний объем пространства больше за счет того, что срезаются углы: при площади 100 м^2 прямоугольной комнаты ее периметр будет составлять 40 м, а при площади 100 м^2 купольника, его периметр 35,5 м.

2. Данная форма не требует дополнительных опор и она сама является несущим элементом, что предполагает полную свободу действий в планировке.

3. Прекрасная аэродинамика, сильнейшие ветра до 250 км/ч не страшны такой конструкции, все это за счет плавного обтекания воздухом сферы, которая имеет намного меньшую парусность, чем прямоугольник. В обычных эксплуатационных условиях не создаются зоны высокого и низкого давления, отсутствуют сквозняки и выветривание тепла.

4. Купол выдерживает высокие снеговые нагрузки $500\text{-}600 \text{ кг/м}^2$ и более, помимо всего прочего накопление снега на округлой поверхности имеет свой предел, если шапка образовалась слишком большая, то она скатится, либо ее сдует ветром.

5. Хорошая экономия на вентиляции за счет тех же геометрических особенностей, воздух постоянно циркулирует естественным путем, благодаря тому, что обеспечивается оптимальная конвекция.

6. За счет отсутствия углов внутри помещений сохраняется большая часть тепла, а солнце равномерно обогревает комнаты.

7. Оригинальность и эстетичность зданий и сооружений с использованием куполообразных конструкций на высшем уровне и воспринимается как совсем иная философия жизнедеятельности. Грамотным решением будет установка на сфере солнечных батарей или других независимых источников энергии благодаря ее округлой форме.

Однако, несмотря на все достоинства использования таких форм присутствуют и недостатки:

1. Купол не позволяет использовать обычные оконные коробки, поэтому для каждого проекта необходимы индивидуальные эксклюзивные окна, что увеличивает стоимость проекта.

2. Необходимо использовать специальную дугообразную мебель, т.к. обычная стандартная к сферической стене не подойдет, что снова увеличивает стоимость.

3. Самый существенный минус – это поиск специалиста, т.к. это сфера и расчеты ведутся уже не по классической, а по векторной составляющей.

Таким образом проведенный нами анализ факторов влияния архитектуры зданий и сооружений на состояние человека, дал возможность выявить проблему современного города как благоприятной среды обитания.

В качестве одного из решений данной проблемы была проведена оценка роли зданий с использованием сферических форм в улучшении окружающей среды человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сомов Г. Ю.* Архитектура и эмоциональный мир человека // М.: Строй С. 82-149.
2. *Степанов А. В.* Архитектура и психология // М.: Строй 1993. – 295 с.
3. *Илиади А.Н.* Архитектура как универсальная форма человеческой деятельности // М. 1973. С. 135.
4. *Карпова Е.В.* Влияние архитектурной среды на психологическое состояние человека// Вестник АлтГТУ им. И.И. Ползунова
5. *Исина А.З.* Психологический фактор – как основа восприятия архитектурного пространства// Архтектон: известия вузов 2011
6. *Хитрова М. А.* Влияние цвета на психику и здоровье человека // БМИК. 2013. №11.
7. *Маклакова Т.Г., Нанасова С.М.* Конструкции гражданских зданий// Издательство Ассоциации строительных вузов 2010 С. 9

МОНТАЖ МЯГКОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ КУПОЛЬНОЙ ФОРМЫ

*Сорокина Т.В., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Стригин Б.С., доцент каф. АСП, к.т.н.*

Аннотация

В данном докладе будет рассмотрен процесс сборки конструкции купольной формы на примере Казанского ММЛ «Волга» БММТ «СПУТНИК» ЦК ВЛКСМ. Методы сборки и основные детали данной конструкции, поверхностные тонкости, связанные со сборкой. Так же мы рассмотрим, какой из способов сборки более экономичен и будет затрачивать меньшей рабочей силы. Основные размеры полотен, их количество. В докладе будут продемонстрированы фото макетов мягкого ограждения купольной формы разного масштаба.

ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем мы начнем детально рассматривать тему моего доклада мне бы хотелось задать вопрос: «Для чего нужны конструкции, выполненные из мягкого ограждающего материала?». Некоторые скажут это красиво. Но я хотела бы ответить по-другому. Прежде всего - это для комфорта людей. В летнее время температура воздуха очень высокая, и мы не знаем где же спрятаться тепла. И тут нам на помощь приходят кафе под навесом, летние кинотеатры (которые в вечернее время выглядят очень привлекательно из-за правильно расположенного светового оборудования), шатры на пляжах и т.д. Все эти сооружения выполнены с помощью мягкого ограждающего материала. Вот мы и выяснили главную задачу таких строений.

Далее поговорим об основных конструктивных преимуществах сооружений, в которых используется мягкий ограждающий материал.

Первое на что хочется обратить внимание - это долговечность и возможность ремонта тента, конструкция может принимать разные формы, устойчивость, легкость, быстрая сборка и разборка, не привлекая больших затрат рабочей и машинной силы (в зависимости от масштабов сооружения).

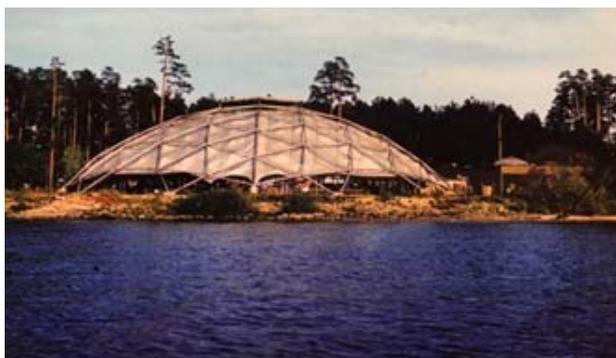


Рис. 1. Мягкая ограждающая конструкция купольной формы ММЛ «Волга».

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для возведения сооружений с использованием мягкого ограждающего материала в первую очередь надо подготовить площадку под стержневым пространственным каркасом: промыть и тщательно очистить. Важно, чтобы все острые детали, элементы конструкции были зачехлены.

В качестве примера можно рассмотреть, успешно эксплуатирующееся, в течение 13 лет, сооружение, с пространственным тентовым купольным покрытием, в международном молодежном лагере «Волга», под г. Казанью. Несущий каркас конструкции выполнен из

стальных труб диаметром 120мм, высотой 6,0 м ставятся в плане в два ряда с пролетом 18 м и шагом 6 м. Несущие тросы крепятся к опорным стойкам и анкерным устройствам. Так же каркас может быть выполнен из другого материала, например древесины.

Монтаж мягкой ограждающей конструкции можно произвести двумя способами. 1 способ основан на поддуве. Для этого нужно под стержневым пространственным каркасом разложить монтажные полотнища, предварительно очистив и обработав его после зимнего периода, т.е. когда он не был задействован. Затем заранее подготовленную кардную ленту с металлическими сжимами разложить по осям и соединить ее с центральным крюком, а монтажные полотнища между собой металлическими сжимами на кордной ленте.

Данный процесс производится тремя стадиями:

1. Соединение всех полотнищ в одно единое, образовав круг.
2. Отложить на каждого полотнище от центра 2,8 м.
3. От этой точки произвести соединение осевых сторон монтажных полотнищ,

используя гаечные ключи и монтажные скамьи.

Следующим этапом монтажа является установка тарельчатых подвесок. Крюк подвески должен быть ориентирован к тросу (в каждом конкретном месте) перпендикулярно. Участие в этом этапе монтажа принимают 2 человека: комплектует ее, монтируют, затягивают гайку до упора и фиксируют шплинтом.

Монтаж подвесок можно производить двумя способами:

- оболочка разостлана на монтажной площадке – монтаж в уровне «пола»;
- монтаж в подвешенном состоянии:

Итак, нами был сформирован круг, так называемое зенитное светоаэрационное отверстие. После установки тарельчатых подвесок следует зашить или зашнуровать его тентом. Оболочку, укомплектованную крепежной арматурой, разложить на монтажной площадке падугами к внутренней стороне витража, подвести под оболочку вентиляционные рукава, закрепить их балластом, а противоположные концы - соединить вентиляционными установками. По периметру оболочки разложить балласт с интервалом 50+70см. Рекомендуется использовать бумажные мешки.

Как мы уже знаем данный метод основан на воздушном поддуве, поэтому следующий этап монтажа мягкой ограждающей конструкции предполагает включение вентиляционной установки. По краю круга раскладывается балласт, по вентиляционным рукавам подается воздух, что поднимает полотнища так делается до 4-5 раз, пока все полотнища не окажется под куполом.

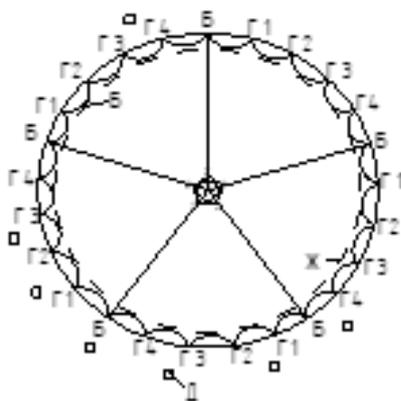


Рис.2. Карта монтажа мягкой оболочки и фалов падуг нижней системы стабилизации. (Г1, Г2, Г3, Г4- последовательность натяжения фал падуг. Б – осевые талрепы; 1- центральный крюк мягкой оболочки и тарельчатой подвесной оболочки; 2-крюки центральной звездочки; Ж- капитальное ограждение; Д- высокий фундамент)

Первым соединяется с тросовой системой центральный крюк и фиксируется к центральной звездочке каркаса. Затем следует закрепить осевые талрепы к анкерам «высокого» фундамента и произвести натяжение кордных лент. Установить и произвести натяжение фалов падуг верхней и нижней системы стабилизации катенарного пояса МО. Это осуществляется после того как все фалы разложены в соответствии со схемой и один конец каждого фала закреплен фиксатором. Снять тент с зенитного светоаэрационного отверстия. Произвести натяжение несущей тросовой системы осевыми талрепами и талрепами промежуточных «низких» опор фундамента. Фиксацию крюков тарельчатых подвесок и осевых сжимов производить после окончательного монтажа МО и стабилизации его системой преднапряжения.

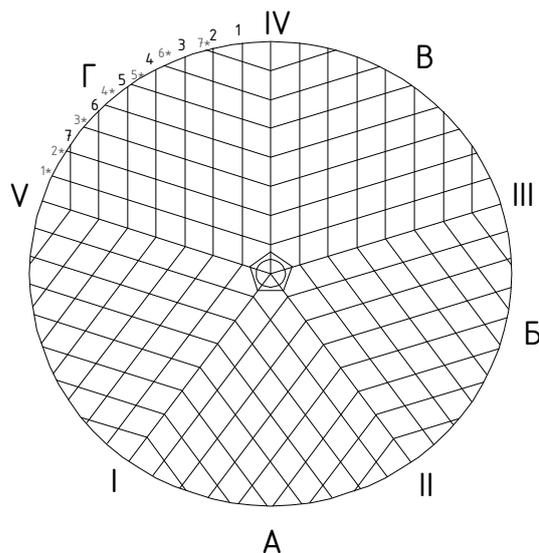


Рис.3. Карта монтажа верхней системы стабилизации мягкого ограждения

I, II, III, IV, V - оси стержневого пространственного каркаса, оси кордных лент со сжимами соединения монтажных полотнищ мягкого ограждения.

A, Б, В, Г, Д - сектора стержневого пространственного каркаса и смонтированного мягкого ограждения.

1,1*,1,2*- 7,7* - капроновые фалы с фиксаторами на концах.

Раскладка и последовательность натяжения фалов:

- разложить фалы по поверхности оболочки в соответствии со схемой;
- зафиксировать один конец фалов по всем секторам;
- произвести натяжение и фиксацию фалов в т. 1*-7* секторов А и Г (натяжение производить от 1-7 синхронно в А и Г);
- произвести натяжение и фиксацию фалов – секций Б и Д;
- произвести натяжение и фиксацию фалов – секции В.

Если первый метод был основан на поддуве, то второй в корне отличен от него. Он подразумевает отдельно разъёмно-соединение элементов покрытия площадью 180м² и весом 180кг, что сподручно для бригад изготовителей и монтажников в 4-5 человек.

Подготовка мягкой ограждающей конструкции ничем не отличается от подготовки материала в первом случае.

Мягкое ограждение крепится посредством поднятия кордной ленты со сжимами по осям. Осуществить последовательную фиксацию крюков тарельчатых подвесок к несущей тросовой системе. Закрепить осевые талрепы к анкерам «высокого» фундамента. Установить и произвести натяжение фалов падуг – нижней и верхней системы. Важно! Перед установкой

фалов на мягкое ограждение произвести их увлажнение (уложить в емкость с водой на 4-6 часов). Произвести натяжение осевых талрепов, натяжение несущей тросовой системы опорными талрепами (в проекте).

Покрытие крепится к несущей тросовой сети и опорам, что поднимает оболочку вверх. Натяжение тента осуществляется с помощью оттяжек, идущих по контуру покрытия, а также накладными фалами, идущими по линиям ендов, что оттягивает оболочку книзу, образуя скаты и двусторонний водосток по ендовам.

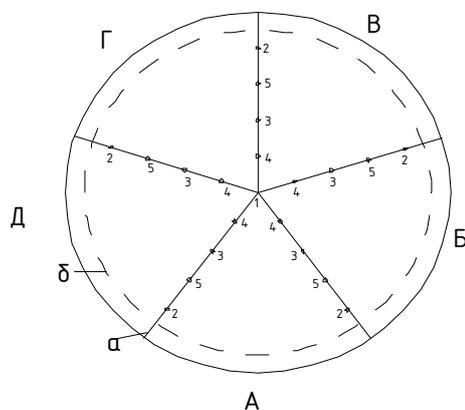


Рис.4. Второй метод монтажа мягкой ограждающей конструкции

а - оси опорных стержней каркаса и кордных лент со сжимами;

б - капитальное ограждение (кирпичные стены , витражи).

А, Б, В, Г, Д- сектора каркаса и монтажных полотниц МО.

1, 2, 3, 4, 5 - последовательность крепления тарельчатых подвесок к несущей стене тросовой системы.

Примечание: предварительно на каждой стадии поднимаются монтируются крюки осевых сжимов

Плюсы монтажа методом №2 заключается в использовании меньшей рабочей силы, более быстрой сборке и как следствие меньших экономических затрат. Через каждые 5 лет, ввиду старения и износа, тент заменяется на новый, но каркас остается прежним, что тоже говорит о минимизации затрат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, существует много методов монтажа мягкой ограждающей конструкции и каждый имеет свои плюсы и минусы в зависимости от метода возведения. Поэтом не стоит останавливаться на достигнутом. Нужно развивать новые технологии для усовершенствования науки строительства, в целом. Я думаю, метод монтажа мягких ограждающих конструкций, разработанный Стригиным Б.С. и Блиновым Ю.И., задали тон для их развития и усовершенствования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пленки, ткани, сетки в гражданских и промышленных сооружениях. Под редакцией Ю.И. Блинова.- Казань, 1971г.

2. Ю.И. Блинов, Т.П. Бирюков, А.А. Рожков, В.И. Отрощенко, Б.С. Стригин. Вопрос опытного проектирования тентовых оболочек складчатого типа. Шестая Дальневосточная конференция по мягким оболочкам (тезисы докладов) Владивосток, 1979г.

3. Б.А. Михайлов, А.В. Горст, Г.Д. Лейбман. Пневмосооружения на строительстве. – М.:Транспорт, 1977г.

4. Общественный центр с тендовым покрытием для сезонного использования при базах отдыха. ЭП-1-151-Р.-Н. ЦНИИЭП лечебно-курортных зданий, 1978г.
5. Разработка рекомендации по проектированию и применению тендовых сооружений в гражданском строительстве, НИП, отчет МИСИ им. В.В. Куйбышева, кафедра архитектуры рук. темы Блинов Ю.И., М., 1975г.
6. *Ф. Отто и Ф.К. Шлейер*. Тентовый и вантовые строительные конструкции. М., Стройиздат, 1970 г.
7. *Ю.И. Блинов, Т.П. Бирюков*. Тентовые покрытия сооружений и стыкование их элементов. «На стройках России», 1975, №3, с 32-34.
8. *В. В. Мешков, М. М. Епанешников*. - Москва : Энергия, 1972. Светотехника.
9. *Д.В. Кузнецов Л. И. Армановский*, 1978 Архитектурные конструкции гражданских зданий Киев Будівельник
10. *Каган П.Б., Барабанова Т.А.* Описание технологических процессов в строительстве на основе использования формальных языков, международный журнал прикладных инженерных исследований. Стр. 1691-1693.
11. *В.А. Скопенко*, Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 1(2010)
12. *Г.Рюле*; Металл, пластмассы, керамика, дерево Москва: Стройиздат , 2 (1974)
13. *В. В. Ермолов, У. У. Бэрд, Э. Бубнер* Пневматические строительные конструкции М.: Стройиздат, (1983)
14. Ивановоискож (Ivanovo), On-line: <http://www.ivanovoiskozh.ru>
15. *М.И. Тосунова, М.М. Гаврилова*. 1988 , Архитектурное проектирование. М. стр.288

КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В 20-21 ВЕКЕ

*Шентяпина Е.С., студентка 3 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Орешин Г.Ю., преподаватель каф. АСП*

Аннотация

Статья посвящена анализу высотных зданий и их основных конструктивных систем, применяемых при возведении современных небоскребов. На основе литературных данных и возведенных сооружений были рассмотрены конструкции систем, использованные при строительстве небоскребов. Использовались данные уже возведенных сооружений, таких как башня Бурдж Халиф в ОАЭ, Шанхайская башня в Китае, Королевская часовая башня в Саудовской Аравии, Международный финансовый центр Пинань в Китае и Башня Лотте Ворлд в Южной Карее. Были определены их конструктивные системы, схемы. Статья может быть полезна при строительстве новых небоскребов с различными конструктивными системами.

Актуальность данной работы заключается в том, что в ней представлены способы строительства высотных зданий, которые будут отвечать критериям экологичности, комфорта с наименьшими экономическими затратами. Объектом данного исследования являются высотные здания. Предметом исследования являются анализ конструктивной системы высотных зданий.

Целью работы является обзор высотных зданий и их основных конструктивных систем.

Методы исследования, использованные в данной работе:

А) аналитический, предусматривающий сравнительный анализ;

Б) поисковый и описательный.

Новизна работы заключается в рассмотрении основных конструктивных систем используемых в высотных зданиях.

Практическая значимость работы обусловлена возможностью использования данных материалов при строительстве высотных зданий.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы не случаен, так как высотные здания стали неотъемлемой частью нашего мира. Высотные здания вмещают в себя большое количество людей на маленьком участке земли. Построение высотных зданий позволяет уменьшить потребление энергии и выброса углерода в окружающую среду.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

С началом бурного развития промышленности, концентрации населения в городах появилась необходимость возведения больших объемов многоэтажных и высотных зданий. Первым городом, в котором стали строиться высотные здания, был Чикаго, в конце XIX в. Чикаго был ведущим городом мира в строительстве больших сооружений по причине опустошительного пожара 1871 года. Первым небоскрёбом Чикаго было здание Страховой компании домов, построенное в 1883-1885 гг., за которым быстро последовали Дом Лейтера (1889 г.), Дом уверенности (1894 г.) и Дом Карсона, Пири и Скотта (1889 г.). Конструктивные решения высотных зданий приобрели радикальные изменения с 1960 гг. в связи с изобретением и внедрением ствольных и оболочковых конструктивных систем, различные варианты и комбинации которых лидируют в современном высотном строительстве. Архитектурный облик зданий претерпевает существенные изменения в связи со сменой эстетических течений, и под воздействием применения новых конструктивных систем, строительных материалов и технологии возведения, что наиболее важно. Сегодня в области высотного строительства конкурируют решения несущих конструкций из стали, монолитного и сборного железобетона.

Классификация высотных зданий. Высотные здания классифицируют по следующим основным признакам: функция, высота, конструктивное решение, материал конструкций, технология возведения. По функции наиболее распространенным типом высотного здания является - офис, предназначенный для размещения банков, административно-управленческой или проектно-конструкторской деятельности. Второе место занимают высотные здания гостиниц и, наименее распространены высотные жилые здания. В 1960 - 1980 гг. получили распространение многофункциональный тип высотного здания.

В 1976 г. была принята общая классификация зданий по их высоте в метрах. Сооружения высотой до 30 м. были отнесены к зданиям повышенной этажности, до 50,75 и 100м - соответственно к I, II и III категориям многоэтажных зданий, свыше 100м - к высотным.

Конструктивный тип зданий. Конструктивный тип зданий представляет собой вариант конструктивной системы по признаку вида вертикальных несущих конструкций. Различают следующие виды вертикальных несущих конструкций: стержневые (колонны каркаса), плоскостные (стены), объемно-пространственные (объемные блоки), объемно-пространственные внутренние несущие конструкции на высоту здания, объемно-пространственные внешние несущие конструкции на высоту здания. Рис.1 и Рис. 2.



Рис. 1. Основные конструктивные типы.



Рис.2. Комбинированные конструктивные типы зданий.

Конструктивные схемы зданий. Она представляет собой вариант конструктивного типа здания по признакам состава и размещения в пространстве основных несущих конструкций – продольному, поперечному или др. Рис. 3.



Рис.3. Конструктивные схемы зданий.

В каркасных зданиях горизонтальные и вертикальные элементы, соединенные между собой в поперечном и продольном направлениях, образуют конструкции, называемые рамами. Соединение элементов в раме может быть шарнирным и жестким. Рис 4.

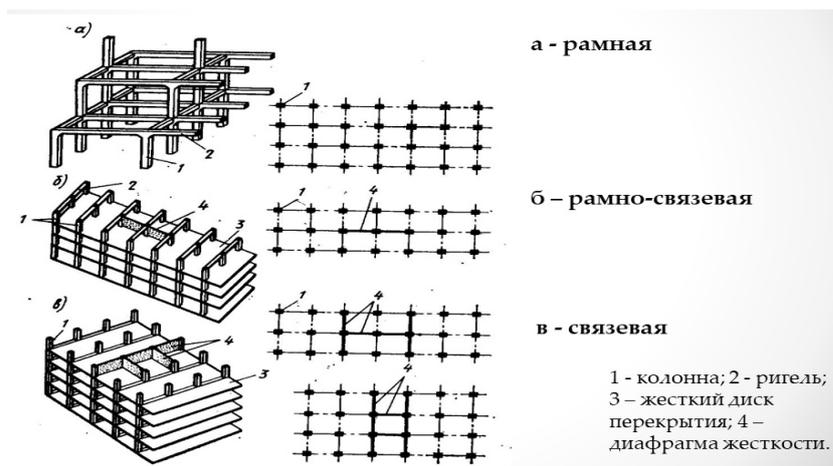


Рис.4. Конструкция рам.

В каркасных зданиях вторым определяющим признаком конструктивной схемы является расположение ригелей. Различают конструктивные схемы с поперечными, продольными или перекрестными ригелями и безригельную. Рассмотрим конструктивные системы на примере 5 самых высоких зданий в мире. Рис 5.

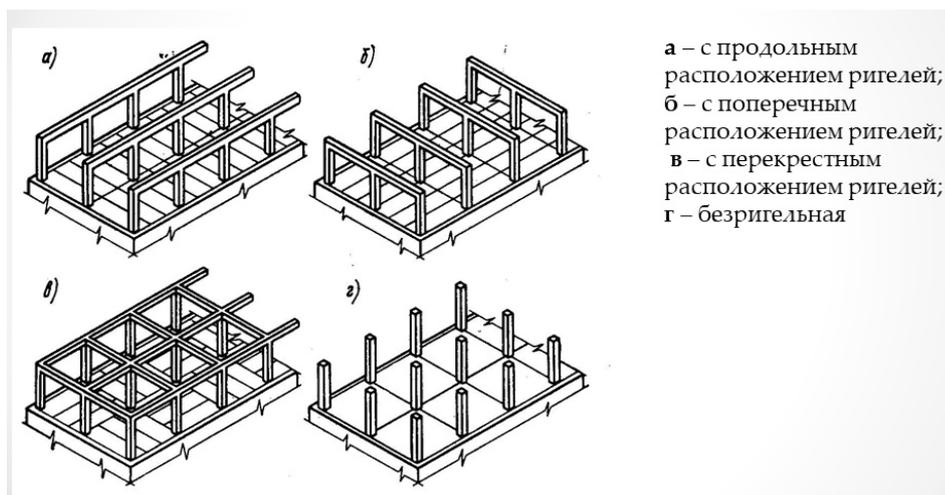


Рис.5. Расположение ригеля.

Бурдж Халифа – 828 метров. Несущие конструкции почти всех современных небоскребов возводятся из железобетона и заканчиваются металлоконструкциями, Бурш Халифа не исключение. Для возведения здания использовался специальный вид бетона, в который добавлялся лед. Работы с применением этого вида строительного материала производились исключительно ночью. Всего было использовано 320 тысяч тонн уникального бетона. Кроме того, Башня содержит огромное количество металлических конструкций, особенно шпиль. Всего было использовано 60 тысяч тонн стальной арматуры. Несущий каркас состоит из железобетонного монолитного ядра, четырех парсталебетонных супер-колонн и четырех диагональных колонн, соединенных двойными горизонтальными поясами из металлических ферм. Ядро соединяется с колоннами при помощи ферм-аутригеров.

Шанхайская башня – 632 метров. По форме Шанхайская башня напоминает слегка закрученную пирамиду с округлыми гранями и продольным швом — ребром, плавно завитым от основания до верхушки башни. Угол поворота ребра 120 градусов. Такая форма здания и угол вращения позволяют на 25% уменьшить воздействие ветровой нагрузки. Несущий каркас состоит из железобетонного монолитного ядра, четырех парсталебетонных супер-колонн и четырех диагональных колонн, соединенных двойными горизонтальными поясами из металлических ферм. Ядро соединяется с колоннами при помощи ферм-аутригеров. Оболочки здания выполнены на выносных опорах, закрепленных в ядре здания. Расчет конструкций здания выполнен методом конечных элементов. Для испытания воздействий различных нагрузок применялось как компьютерное моделирование, так и натурные испытания моделей здания

Королевская часовая башня (Абрадж аль-Бейт) – 601 метров. Несущие конструкции состоят из железобетона и металлоконструкций. Трудность данного проекта заключается в создании легкой стальной конструкции для часов установленной поверх железобетонной башни. Инженеры проекта разработали огромную стальную конструкцию в виде Эйфелевой башни, чтобы установить в верхней части сооружения. Задачей проекта было не превысить вес сооружения. Пришлось найти решения для нагрузок в другом месте, чтобы вес конструкции не превысил расчётов. Оригинальность проекта в том, что поток нагрузок направлен сверху в низ. Были изготовлены 150 оригинальных стальных элементов для башни.

Международный финансовый центр Пинань – 599 метров. Изначальный проект этого здания предполагал строительство небоскреба высотой 660 м за счет монтажа большого шпиля. В этом случае сооружение вышло бы на первое место в Китае и на второе в мире по высоте. Однако, компания была вынуждена отказаться от столь амбициозного замысла, поскольку финансовый центр расположился близ аэропорта и мог бы помешать полетам.

Застройщики не поскупились на отделочные материалы – фасад здания облицован светлыми пластинами из натурального камня, что придает строению утонченность и интеллигентность. Несущие конструкции состоят из железобетона и металлоконструкций.

Башня Лотте Ворлд – 554,5 метров. Небоскреб Lotte World Tower в Сеуле имеет конусообразную конструкцию. Гигантский обелиск покрыт серебристым стеклом в рамах из белого лакированного металла. Несущие конструкции состоят из железобетона и металлоконструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При сооружении небоскребов прибегают к применению несущих, составных стальных конструкций. В качестве материала для всевозможных перекрытий используют монолитный железобетон высочайшего уровня прочности. В особенности способствовали росту этажности железобетон и развитие технологий работы с ним. Прорывом явилось изобретение металлического каркаса – он и позволил получать сооружения практически любой. В целях повышения жесткости высотного здания и обеспечения свободной планировки применяют в основном ствольные и каркасно-ствольные системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маклакова Т. Г.* «Конструкции гражданских зданий»
2. *Маклакова Т. Г.* «Высотные здания»
3. <http://knowledge.su>

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЙ В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ

*Плиев С.Б., студент 2 курса, 2 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Ким Д.А., старший преподаватель каф. АСП*

Аннотация

Работа посвящена рассмотрению способов и исторически сложившихся норм строительства в горной местности. Главное внимание уделено исследованию сохранившихся в данном районе архитектурных сооружений. Подробно рассказано обо всех видах архитектурных зданий и сооружений «прошлого», о методах и основных правилах их возведения. Рассмотрены как жилые, так и боевые сооружения средневековья. Данное исследование проведено, чтобы рационально выбрать методы строительства современных зданий и сооружений на данной местности, не нарушая, исторически сложившиеся архитектурные нормы. Для этого проведено их подробное рассмотрение с указанием достоинств и недостатков. Большое внимание уделено современному строительству в столице Северной Осетии городе Владикавказ.

ВВЕДЕНИЕ

На территории проживания осетин расположено большое количество архитектурных памятников, самыми выдающимися из которых являются средневековые башни и замки, широко распространенные в горной зоне. Оборонительные сооружения осетин подразделяются на боевые («мæсыг») и полу - боевые, жилые башни (гæнах»), замки («галуан»), наскальные и пещерные крепости, заградительные стены. Для каждого из этих видов памятников характерны определенные способы сооружения, особая планировка и определенное назначение.

В наше время таких сооружений всё меньше и меньше. Горные районы Осетии не осваиваются. Неприступные оборонительные сооружения разрушаются, а вместе с ними рушится уникальное архитектурное своеобразие Осетии.

Описываемая мною проблема актуальна, потому что сохранение культурно-исторического наследия в архитектуре - это важнейшая составная часть комплекса строительных мероприятий, своеобразная «вишенка» в торте.

Жилые дома

Дома чаще строили из камня, в один или два этажа, с плоской крышей.

В ущельях, богатых лесом, и в предгорных долинах юга и севера строили деревянные дома с двускатной или четырехскатной крышей.

Главными и обязательными помещениями в осетинском доме были «хадзар» и «уат».

«Хайдаром» называли большую комнату с очагом, делившим ее на мужскую и женскую половины. В хадзаре собирались все домочадцы, у каждого было свое место, определяемое возрастом и положением в семье.

Уат — это помещение с лучшей мебелью и убранством, предназначенное для гостей. Достойный прием гостя был для осетина долгом чести. Неожиданное появление гостей расценивалось как привилегия, дарованная Богом.

Оборонительные сооружения

Башни Полу - боевые жилые башни - строения, предназначенные и для жилья, и для обороны, т.е. укрепленные жилища. Обычно они имеют три-четыре этажа, первый использовался как хлев, на втором этаже размещался очаг и спальня, на третьем и четвертом были помещения для гостей и кладовые. В центре жилой башни обычно находился опорный столб, выложенный из обработанного камня. На нём держались балки перекрытий. Межэтажные перекрытия башен и ганахов настилали из бревен и хвороста, утрамбовывали насыпанной землей. Такое перекрытие может при давлении прогибаться, однако быть

прочным. Самым главным и значимым местом в таких сооружениях был очаг, над которым висела надочажная цепь. Место очага и надочажная цепь были для осетин особо значимыми и очень оберегались. Над очагом давали клятвы, нередко прощали кровников. Последний этаж жилых башен нередко использовался для обороны, стены верхнего этажа возвышались над кровлей, образуя парапет. Это значительно усиливало боевые возможности защитников башни, которые вели бой с кровли.

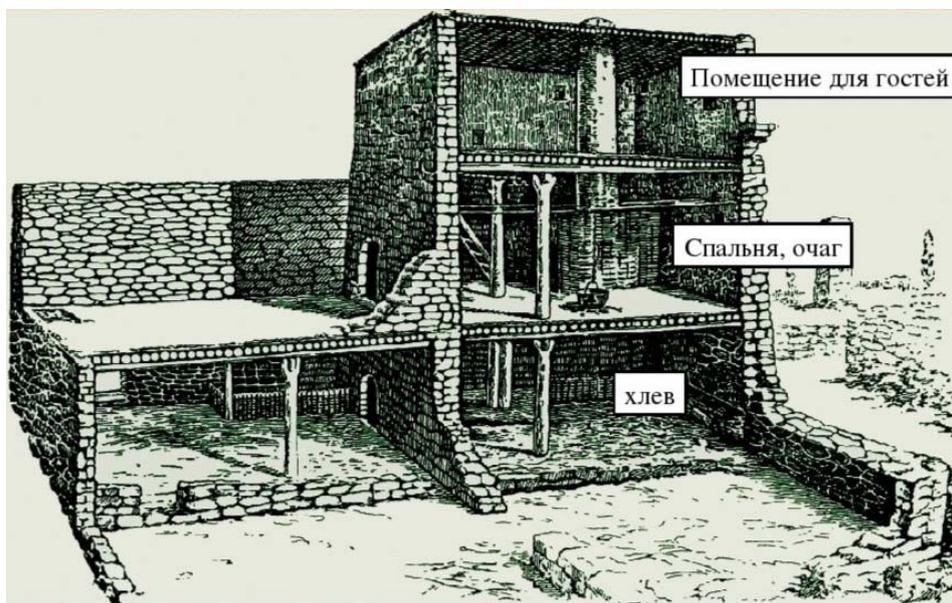


Рис.1. Разрез дома-крепости с жилой башней. Селение Хуссар-Ламардон.

Боевые башни имеют в среднем 5-6 ярусов (самые высокие до семи), малую площадь основания и наклонные стены, предназначавшиеся для создания рикошетирующей поверхности и увеличения поражающего эффекта сбрасываемых камней. Самые ранние башни строились насухо, без связующего раствора, позднее стал широко применяться известковый и песчано-известковый раствор. Обычный строительный материал используемый для постройки - камень, обломки скального плитняка, распространенного в данной местности. Для нужд строительства заготавливали также глину. Что касается деревянных деталей конструкции, то и в этом случае конечно, ценилась твердая древесина, например, дуб.



Рис. 2. Технологии возведения

Склепы. Среди памятников архитектуры необходимо также отметить могильные склепы, каждый род, фамилия имели свои склепы, мавзолеи. Недалеко от селения Даргавс, на склоне горы Раминыраг существует крупнейший на Кавказе некрополь, образующий целый «город мёртвых» (IX—XVIII века). Создание «города мёртвых» связано со страшной

эпидемией чумы. Архитектурный ансамбль некрополя состоит из 97 различных сооружений, которые можно разделить на три основных типа: надземные склепы с пирамидальной кровлей, надземные склепы с двускатной формой кровли и гораздо меньшие по размеру полуподземные склепы, входящие одной стороной в склон. Склепы строились до трёх ярусов высотой, в плане они квадратные.

Удивителен тот факт, что зачастую умерших клали в небольшие ладьи, что не встречается ни у одного другого народа Кавказа, иногда рядом клали весло, это при том что никаких судоходных рек в Осетии нет. Это объясняется существованием древнего малоизученного культа у осетин, связанного с погребением. Склепы использовались на протяжении очень длительного времени и становились последним пристанищем для целых поколений горцев.

Замки. Замок представляет собой укрепленный комплекс, состоящий из боевых, жилых, хозяйственных построек защищенных высокими стенами. В таких замках жили как правило крупные феодалы и большие патриархальные семьи. Сооружались замки на неприступных скалах, либо на возвышенностях, откуда открывался хороший обзор на ущелье. Такое мощное сооружение господствовало над окружающей местностью, составляя важную часть обороны местности наряду с боевыми башнями. Нередко возле замков и крепостей строились селения, жители которых в случае опасности могли укрыться в постройке. Наиболее активное строительство подобных комплексов начинается в средневековье.

Наскальные и пещерные крепости. Наскальные и пещерные крепости — неотъемлемая часть оборонительной системы ущелий, населенных осетинами. Располагались они как правило на значительной высоте, в труднодоступных скалах. Внутренними стенами подобных сооружений зачастую служат скальные породы. Основная часть пещерных и наскальных укреплений располагается в Куртатинском и Алагирском ущельях Северной Осетии. Дзивгиская крепость - одно из наиболее мощных фортификационных сооружений не только Осетии, но и Кавказа. Крепость состоит из шести построек, пристроенных к входам естественных пещер, располагающихся в одной плоскости на различных высотах. Основное укрепление, отличается очень значительными размерами располагается на нижнем уровне и доступ в него возможен по выложенной из камня лестнице. В остальные постройки имелся проход из соседних - по высеченным в скалах тропкам и навесным лестницам, убравшимся в случае необходимости. Поэтому в ходе боя сообщения между укреплениями было невозможно, и каждое из них было самостоятельным, автономным очагом обороны. Функцией этих небольших укреплений, устроенных на высоте 10-20 м и вмещавших до десятка воинов, было фланговое прикрытие основного укрепления - единственного места, откуда могла вестись активная оборона. Дзивгиская крепость была серьезно повреждена во время одной из карательных экспедиций царских войск.

Особенности архитектуры города Владикавказ

Столица Северной Осетии по праву считается одной из жемчужин Северного Кавказа. Удивительно красивый город, кварталы которого раскинулись вдоль берегов бурного Терека неподалеку от живописного Дарьяльского ущелья, чрезвычайно интересен с туристической точки зрения. Владикавказ является ярким архитектурным ансамблем, выделяясь на фоне суровых, высокогорных сооружений Осетии.

В прекрасном городе издавна проживали в дружбе представители народов, исповедующих различные религии. Поэтому замечательных храмов здесь довольно много. Мечети и церкви Владикавказа своеобразны и ничуть не уступают в великолепии культовым сооружениям Краснодара или Казани.

Прогуливаясь по проспекту Мира, легко полюбоваться прекрасным образцом архитектурного модерна — зданием гостиницы «Империал». Роскошный особняк с ажурной лепниной и куполом сразу приковывает к себе взгляд. На момент открытия в 1886 г. гостиница считалась наиболее элитной в городе.

Экспозиции художественного музея размещаются в историческом особняке с роскошными интерьерами, украшенными полуколоннами, прекрасной лепниной, колоритными фресками.

Современное строительство в горных районах

Для современной застройки горных районов необходимо учитывать исторически сложившиеся архитектурные особенности строительства. В частности использовать при строительстве технологию возведения наклонных стен сооружений, сохранить стиль и образ архитектурных памятников истории: башен, замков и крепостей.



Рис. 3. Аланский Свято-Успенский мужской монастырь

Положительные стороны возведения зданий в горных районах Осетии

1. Отсутствие необходимости заложения фундамента, так как грунт представлен в основном скальными породами.
2. Наклонные стены, способствующие повышению конструктивных свойств сооружений и следовательно экономии материалов.
3. Эстетически привлекательный и уникальный внешний вид.
4. Множество памятников архитектуры в регионе.
5. Благоприятный климат и экология. Свежий воздух и девственная природа, бесспорно, привлекут к себе внимание, но при этом необходимо помнить об экологии и стараться не загрязнять ее.
6. Невероятно красивые пейзажи. Величавые горы, озёра, водопады, гейзеры и тд.
7. Огромное количество минеральных, лечебных вод.

Минусы высокогорного строительства

1. Затраты на транспортировку материалов
2. Сложность строительства инженерной инфраструктуры (коммуникации тепло-, газо-, электро-, водоснабжения и водоотведения).

Курорт Мамисон

Горнолыжный курорт Мамисон будет возведен в Алагирском и Ирафском районах Республики Северная Осетия - Алания. Этот планируемый круглогодичный горнорекреационный курорт позиционируется как один из корневых объектов туристического кластера на Северном Кавказе создание которого планируется завершить к 2020 году. По плану "Мамисон" должен стать крупнейшим горнолыжным курортом мирового уровня с достаточно широким ценовым диапазоном и разнообразием предлагаемых услуг.



Рис. 4. Проект курорта Мамисон

Благодаря своему уникальному расположению и сбалансированным климатическим условиям этот регион станет ярчайшей звездой в созвездии лучших горнолыжных курортов мира, а по своим туристическим характеристикам сравнится со знаменитыми курортами США и Франции.

Мамисон станет всесезонным курортом: зимой будут работать горнолыжные трассы, оснащенные современными подъемниками, а в теплое время года туристы из разных стран мира смогут заняться альпинизмом, рафтингом (в том числе высшей категории сложности), дельта - и парапланеризмом, джиппингом. Будут проложены интересные маршруты для любителей конных и пеших походов, создана инфраструктура для занятий горным туризмом.

Наличие ледника Зарамаг позволит организовать комфортные условия для горнолыжников даже в самый разгар лета. Совсем рядом с курортом, в самом сердце гор, находятся два источника лечебных вод.

ВЫВОД

Данный район весьма интересен для туристов. А комбинирование архитектурных особенностей и современных строительных материалов поможет стать Осетии ещё более привлекательной. Тема актуальна, так как шаг к осваиванию горных территорий, делают довольно много стран по всему миру. К примеру: Франция, Ирландия, Германия, Исландия и тд. Россия – самая большая по площади страна в мире, и не использовать этот ресурс – глупо. Развитие горных районов нашей страны необходимо и, можно сказать, неизбежно, но при проектировании современных зданий в горных условиях следует учитывать исторически сложившиеся архитектурные особенности строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кузнецов В.А.* Зодчество феодальной Алании. 1977
2. *Тменов В.Х.* Зодчество средневековой Осетии. 1996
3. Электронный ресурс: <https://ru.wikipedia.org>

ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКИЕ ВКЛАДЫШИ FURANFLEX. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ВВЕДЕНИЕ К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

*Хадеев А.П., студент 3 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Орешин Г.Ю., преподаватель каф. АСП*

Аннотация

Статья содержит в себе описание современной технологии по защите, ремонту, восстановлению дымоходных и вентиляционных каналов методом установки полимерной термопластической трубы Фуранфлекс. Приводится анализ достоинств и недостатков данной технологии, а также сравнение с другими современными методами защиты и восстановления дымоходных и вентиляционных каналов. Делается вывод о необходимости расчета параметрических колебаний оболочки при проектировании термопластических вкладышей.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с продолжением использования в качестве жилых зданий застройки прошлого века, возникает необходимость экономически и технически эффективного ремонта дымовыводящих и вентиляционных каналов.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в ней освещается современный и эффективный способ восстановления и ремонта дымовыводящих и вентиляционных каналов, лишь только набирающий популярность на территории России.

Объектом данного исследования являются дымовыводящие и вентиляционные каналы жилых и промышленных зданий и вкладыши FuranFlex. Предметом исследования является использование данной технологии в российских технологических и экономических условиях.

Целью работы является обзор технических решений по ремонту конструкций, обоснование расчета параметрических колебаний оболочек.

Методы исследования, использованные в данной работе:

- А) аналитический, предусматривающий сравнительный анализ.
- Б) поисковый и описательный.

Новизна работы заключается в рассмотрении особенностей использования технологии в отечественных условиях.

Практическая значимость работы обусловлена эффективностью применения описываемой технологии.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Человек всегда стремился привнести огонь в свое жилище. Даже такая устойчивая фраза как “домашний очаг” передает мысль о уюте и комфорте родного дома. Но где огонь, там дым. А где дым - необходим дымоход.

На протяжении веков, пока источником тепла служило высокотемпературное твердое топливо, с дымоходами не было проблем. Пользуясь дровами и углем человечество не сталкивалось с последствиями негативного воздействия продуктов сгорания на внутренние поверхности дымохода.

В конце 19 века источники тепла в виде газообразных и маслянистых углеводородов-газа (пропана, метана, бутана), мазута, масла стали приобретать все большую значимость. Естественными продуктами сгорания этих источников энергии являются вода, угарный и углекислый газ, которые попадают в дымоход при сравнительно низкой температуре 200-300 °С.

В начале 21 века в мире и России повсеместно начинается установка высокоэффективных экономичных котлов на газообразном и жидком топливе/ Температура продуктов сгорания в этих отопительных котлах составляет 80-200°С. Наличие таких

низкотемпературных продуктов сгорания неизбежно приводит к выпадению конденсата с внутренней стороны дымохода.

Этот конденсат вступает в реакцию с газообразными оксидами углерода, в результате чего образуется слабокислый раствор на внутренней поверхности дымохода. Этот конденсат медленно и необратимо разрушает материал кладки, что приводит к потере герметичности и невозможности нормальной эксплуатации. Слабокислые агрессивные продукты сгорания со временем разрушают кирпич, бетон и даже нержавеющую сталь. В следствие коррозии материалов кладки, продукты сгорания в виде угарного и углекислого газа начинают проникать в помещение. Стены помещения, в которых проходит дымоходный канал, пропитываются влагой, покрываются пятнами, появляется плесень. Встает вопрос необходимости устранения этого негативного воздействия и изоляции материала кладки дымохода от продуктов сгорания.



Рис. 1. Негативные последствия воздействия конденсата

Для устранения этого негативного воздействия используются различные методы решения. Это и футеровка кислотостойкими цементно-песчаными растворами, и кладка самого дымохода из керамических материалов, и установка гильзы-вкладыша из нержавеющей стали. Все вышеперечисленные методы имеют, как преимущества, так и значительные недостатки.

Метод футеровки кислотостойким цементно-песчаным раствором применяется в основном в промышленных трубах и представляет собой торкретирование внутренней поверхности трубы. Эта методика весьма сложна, трудоемка и требует наличие специализированного оборудования, подготовленного персонала, способного проводить работы на высоте. Метод нанесения защитного слоя путем торкретирования позволяет защитить трубу от негативного воздействия на непродолжительный срок -2-3 отопительных сезона.

Следующий способ защиты дымохода от негативного воздействия конденсата –это кладка самого дымоходного канала из специализированных керамических материалов, форма которых уже позволяет создать дымоход округлого сечения. Однако, этот вариант основан на кладке с использованием песко-цементных или цемента-вяжущих клеящих составов и стыковке отдельных элементов. Вышеуказанная технология не всегда обеспечивает полную герметизацию дымоходного канала.

Установка гильзы-вкладыша из нержавеющей стали - недорогой способ с низкими трудозатратами. Однако, срок службы нержавеющей стали в агрессивной среде составит 5-8 лет. Монтаж нержавеющей трубы в существующий дымоход зачастую бывает затруднителен вследствие искривлений кладки стенок дымохода, неровностей и выступов кладочного раствора. Эти факторы неизбежно ведут к уменьшению площади поперечного сечения

существующего дымоходного канала. Более того, так, как нержавейка является проводником, необходимо проектирование отдельного заземления, что технологически усложняет процесс.

Рассмотренный в данной работе метод проведения работ представляет собой футеровку посредством установки в дымоход кислотостойкого термопластического полимерного вкладыша. Венгерской компанией KOMPOZITOR была разработана технология установки полимерной трубы – вкладыша Furanflex, созданного на основе фуран-эпоксидных смол.

По составу труба Фуранфлекс представляет собой композитный материал, обладающий следующими характеристиками:

- шероховатость внутренней поверхности- менее 1мм;
- коэффициент теплопроводности $\lambda=0.4$ Вт/мК;
- коэффициент линейного расширения $\alpha=24$ мкм/К;
- стойкость к кислотной среде.

Технология защиты, ремонта и восстановления газодымоходных каналов трубой «Фуранфлекс» представляет собой установку термопластического вкладыша в уже готовый дымоход, невзирая на незначительные неровности, выступы и искривления. Она обеспечивает полную герметизацию дымохода и изоляцию материала дымохода от продуктов сгорания. Термопластический вкладыш устанавливается и формируется непосредственно в самом дымоходе посредством полимеризации гибкой заготовки, устанавливаемой в дымоходный канал.

Технология по установке термопластического вкладыша в дымоход включает несколько этапов.

1. Осуществляется видеобследование дымоходного канала, определяются неровности, ожидаемый диаметр трубы вкладыша с учетом скруглений-сопряжений в углах дымохода размером 50мм

2. Установка и протягивание гибкой заготовки полимерной термопластической трубы Фуранфлекс в газодымоходный канал.

3. Подготовка к процессу полимеризации - включает в себя установку необходимого оборудования и обеспечение необходимых условий работы.

4. Запуск процесса полимеризации - труба-заготовка Фуранфлекс раздувается и принимает форму дымохода. Длительность самого процесса полимеризации бытового газодымоходного канала варьируется от 2,5-4 часов. По окончании процесса получается жесткая полимерная труба с гладкой поверхностью, повторяющая форму дымохода. Процесс молекулярных преобразований в трубе - необратим.



Рис. 2. Примеры применения термопластических вкладышей в промышленном и жилищном строительстве

Достоинством технологии защиты дымохода Фуранфлекс является факт возможности ремонта, восстановления, защиты дымоходов, практически неограниченной длины. При установке в существующий дымоход не происходит существенного снижения площади поперечного сечения дымоходного канала, что создает значительные преимущества по отношению к другим методам и технологиям защиты. Низкий коэффициент теплопроводности обеспечивает дополнительную теплоизоляцию дымохода. Гладкая поверхность с сопряжениями в углах придает благоприятные аэродинамические условия для прохождения продуктов сгорания, так как скругления в углах предотвращают возникновение турбулентного движения газов. Таким образом получается термопластическая защита дымохода, полностью герметичная, исключая контакт продуктов сгорания с материалом дымохода. Другим достоинством является широкая область применения, которая включает в себя как жилищное, так и промышленное строительство.

Одним из недостатков данной технологии на сегодняшний день имеет относительная дороговизна самого материала, производимого исключительно в Европе. Необратимость процесса также является серьезным недостатком использования данной технологии. Для демонтажа установленного термопластического вкладыша требуется использование крайне токсичных соединений, что сильно затрудняет его использование в жилищном строительстве. При установке вкладыша в проектное положение путем нагнетания пара возникают возмущающие силы, учет которых необходимо учитывать в расчете параметрических колебаний оболочки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В силу того, что труба Фуранфлекс обеспечивает хорошую герметичность и имеет достаточно высокую прочность, его можно использовать для герметизации и восстановления вентиляционных каналов. Технология Фуранфлекс не ограничивается использованием в бытовых дымоходах. Возможно широкое применение в промышленных трубах. Необходимо производить расчет параметрических колебаний оболочки в стадии установки в проектной положение для обеспечения требуемых условий работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ельшин А.М., Ижорин М.Н., Жолудов В.С., Овчаренко Е.Г., Под ред. Сатянова С.В.* Дымовые трубы. . М.: Стройиздат, 2001. С.10-35.
2. Защита дымохода Фуранфлекс // URL: [//orgasstroy.ru/zashhita-dymohodov/](http://orgasstroy.ru/zashhita-dymohodov/) (дата обращения: 24.02.2018).
3. ФУРАНФЛЕКС (FURANFLEX) // Kompozitor.hu Продукция URL: [//kompozitor.hu/ru/](http://kompozitor.hu/ru/) (дата обращения: 24.02.2018).
4. Защита дымохода трубой Фуранфлекс // Orgas.com.ua URL: [//orgas.com.ua/Zashita%20Dimohoda.html](http://orgas.com.ua/Zashita%20Dimohoda.html) (дата обращения: 24.02.2018).
5. *Фиговский О.Л.* Опыт инновационного развития за рубежом // Инженерный вестник Дона. 2012. №4 (часть 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1482
6. *Фиговский О.Л.* Инновационный инжиниринг – путь к реализации оригинальных идей и прорывных технологий. // Инженерный вестник Дона. 2014. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2321
7. ФУРАНФЛЕКС (FURANFLEX) // Kompozitor.hu Продукция URL: [//kompozitor.hu/ru/](http://kompozitor.hu/ru/) (дата обращения: 24.02.2018).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОГОДОЗАЩИТНОГО СЛОЯ КОНСТРУКЦИИ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

*Куркина Е.А., студентка 2 курса, 1 группы Мытищинского филиала НИУ МГСУ
Научный руководитель – Стригин Б.С., доцент каф. АСП, к.т.н.*

Аннотация

Грамотная эксплуатация тентовых конструкций сводится к правильному использованию и уходу за элементами, входящими в состав конструкций: тентовым полотном, силовым каркасом и элементами крепления (тросами, фланцами и крепежной фурнитурой). В статье рассмотрены профилактика и ремонтно-восстановительные работы по мягкому синтетическому ограждению сооружения купольной формы. Представлен химический состав полимерной экранирующей защитной композиции для технического синтетического материала.

ВВЕДЕНИЕ

Современные тенденции прогресса в строительстве, архитектуре и многих других отраслях ставят задачи по обеспечению их быстровозводимыми, перемещаемыми и адаптивными зданиями, сооружениями и устройствами. Среди многих типов таких построек и конструкций особое место занимают отличающиеся предельной легкостью, гибкостью, мобильностью и являющиеся предметом данного исследования - тентовые, характерные наличием, в числе основных элементов, мягкой ограждающей оболочки из полимерных пленок, тканей, других эластичных материалов и несущего каркаса в виде стержневых и иных опорных систем.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Анализ опыта использования минимальных по весу, быстровозводимых и разборных мягких ограждающих (тентовых) конструкций показал, что они принимаются в многократно перемещаемых и трансформируемых постройках.

В качестве примера можно рассмотреть успешно эксплуатирующееся в течение 13 лет сооружение с пространственным тентовым купольным покрытием в международном молодежном лагере «Волга», под г. Казанью.

Под тентом расположены: ресторан, бар и киноконцертный зал. Сооружение является общественным центром лагеря. Несущим каркасом служит решетный купол диаметром около 43 м и высотой около 11 м, выполненный из стальных труб. Тентовое покрытие, разработанное Ю.И. Блиновым, В.А. Сладковым и Е.М. Удлеро, крепится к каркасу с помощью подвесок тарельчатого типа. Стабилизация его осуществляется системой накидных капроновых фалов. Ограждение выполнено из полиамидной ткани, обрезиненной с двух сторон погодостойкой композицией на основе хлорсульфированного полиэтилена. Лагерь функционирует только в летний сезон года, тент также монтируется только на этот период. Монтаж и демонтаж его производится за 1 день бригадой в 8-12 человек, при подъеме используют подувы.

Через каждые 5 лет, ввиду старения и износа, тент заменяется на новый, что используется нами для внесения корректив и пробных изменений. Так, например, в период 1977-1979 гг. была разработана и осуществлена наружная окраска тента износостойкой и светоограждающей композицией на основе полихлоропрена алюминированием. Это значительно продляет срок службы полимерного покрытия тента, усиливает его стойкость к абразивному износу, устраняет перегрев ограждения от солнечной радиации и улучшает декоративно-цветовые покрытия качества купола. Боковые стенки сооружения выполнены в двух вариантах: в камне (зоны кино-эстрады) и в остекленных витражах, что обеспечивает усиление освещенности внутреннего объема зала.

Разнообразные цветовые и оптические свойства материалов тентовых оболочек дают возможность обеспечения таких важных качеств, как заданная световая среда, управляемые показатели селективно освещенности, диффузного и ориентированного светового потока, лучеотражения, защищающего от перегрева, должного тенеобразования. Мягкое ограждение обладает свойством пропускать через вою толщу световой поток разной мощности в зависимости от типа материала и его светотехнических свойств.

В качестве материалов для тента были рассмотрены рулонные материалы с прочностью на разрыв в пределах 150-350 кг с /5 см. Для различных элементов тентовой оболочки, с учетом необходимых свойств и стоимости могут быть использованы следующие текстильно-пленочные материалы, освоенные отечественной промышленностью.

1. Ткани с пропитками (типа брезентовых парусин) различных окрасов, изготавливаемые на основе льняных и полульняных тканей с пропитками и парафинированием.

2. Ткани с покрытием на основе цветных ПВХ-композиций, типа «Теза».

3. Ткани, прорезанные алюминированные (с наружной стороны).

4. Пленки полиэтиленовые, армированные и лентотканые (для световых выставок).

Отображенные материалы могут использоваться как в едином решении, так и комбинированно, допуская различные вариации по цвету и светопропусканию.

Грамотная эксплуатация тентовых конструкций сводится к правильному использованию и уходу за элементами, входящими в состав конструкций: тентовым полотном, силовым каркасом и элементами крепления (тросами, фланцами и крепежной фурнитурой).

Уход осуществляется путем очистки от загрязнений. Помывка тентового полотна. Допускается очистка тентового полотна водой под давлением (с использованием аппаратов высокого давления) или мягкими щетками с применением специальных моющих составов для ПВХ-изделий. Допустимо применение изопропилового спирта с соблюдением мер противопожарной безопасности.

Недопустимо загрязнение элементов тентового полотна горюче-смазочными материалами, битумом, едкими кислотами и щелочами и окрасочными составами. Отмыть пятна этих веществ с ПВХ-тента без повреждения лакового защитного слоя невозможно. После мойки, перед дальнейшим хранением тента в течение зимнего периода, обязательна просушка изделия во избежание появления плесени на тентовом материале в процессе хранения.

На данные покрытия оказывают влияние следующие воздействия.

Воздействие экстремальных температур на тентовые конструкции. Диапазон рабочих температур материала мембранной оболочки от -30°C до $+70^{\circ}\text{C}$. При более высоких температурах ПВХ материал мембранной оболочки желтеет и размягчается.

При более низких температурах ПВХ материал мембранной оболочки теряет эластичность и становится более хрупким, что затрудняет его монтаж или демонтаж в холодное время, при температурах ниже -30°C .

Недопустимо разведение открытого огня под тентовой оболочкой и в непосредственной близости от нее (ближе 3 м от поверхности тента).

Недопустимо попадание на тент искр, в том числе от сигарет, пиротехнических средств, сварочного оборудования и непогашенных спичек.

Тентовые конструкции не рассчитаны на снеговой покров. В целях безаварийной всепогодной эксплуатации тентовой конструкции не допускается образование чрезмерного (более 5 см) снегового покрова на крышах тентовой конструкции, а также образование снеговых карманов и наледи. Излишки снега и льда должны быть удалены с кровли тентовой конструкции мягкими щетками или иным безопасным для тента ПВХ способом.

Тентовые конструкции - парусные сооружения. Ветер, особенно штормовой силы, для конструкций опасен. При объявлении штормового предупреждения и при сильных ветрах

необходимо снизить парусность конструкции, сняв боковые тентовые стенки или основное кровельное полотно. Допуск людей к конструкции при скорости ветра более 20 м/с должен быть прекращен.

Хранение и периодический осмотр тентовых конструкций. Необходимо производить ежедневный осмотр тентовой конструкции, следить за состоянием оболочек и металлического каркаса, незамедлительно сообщать о случаях изменения начальной геометрии конструкции и надрыва тентовых полотен.

Хранение элементов несущей конструкции и тентовых полотен должно осуществляться в сухом закрытом помещении с нормальной влажностью, с принятием мер защиты от грызунов.

Профилактика и ремонтно-восстановительные работы по мягкому синтетическому ограждению сооружения купольной формы общественного центра Казанского ММЛ «Волга» БММТ «СПУТНИК» ЦК ВЛКСМ

Краткое описание этапов перечня состава работ и мероприятий:

1. Профилактика мягкой синтетической оболочки после зимнего хранения
2. Ремонтно-восстановительные работы
3. Восстановление экранирующего защитного покрытия мягкой синтетической оболочки в линейных условиях.
4. Технология хранения оболочки после восстановления экранирующего защитного покрытия в период до производства ее монтажа

В результате эксплуатации данного покрытия возникает потребность в восстановлении экранирующего слоя защитного покрытия мягкой синтетической оболочки в линейных условиях.

Впервые на данном объекте в условиях строительной площадки освоено нанесение защитно-декоративного экранирующего покрытия (регенерация).

1.1. Профилактика монтажных полотнищ (поочередно всех 5-ти) перед нанесением защитной композиции;

1.1.1. Волосяной щеткой тщательно очистить обрабатываемую поверхность полотнища от пыли;

1.1.2. Влажной х/б тканью протереть всю поверхность полотнища и дать просохнуть (не допускать при обтирании попадания влаги через монтажные отверстия тарельчатых подвесок под полотнище, во избежание загрязнения его внутренней поверхности);

1.1.3. Внимательно обследовать монтажное полотнище и произвести зачистку потрескавшихся участков защитного покрытия (в т. ч. слабо выраженной опрелости, потертости и др. внешних пороков);

1.2. Приготовление экранирующего защитного состава (композиции).

1.2.1. Приборы и инструменты:

- емкость на 10-8 литров (ведро, жест. банка) - 3 шт.;
- емкость 30*30*10 см. (для взвешивания сыпучих компонентов) картонная, фанерная или металлическая – 1 шт.;
- савок, маленькая лопатка (для набора сыпучих компонентов) - 1шт.;
- деревянная лопатка для смешивания компонентов – 2 шт.;
- валик малярный со сменными шкурками – по количеству маляров;
- кисти маховые № -3 шт.;
- кисти флейц № -3 шт.;
- весы от 2-х до 10-ти кг. с разновесами – 1 шт.;
- кусок оболочки б/у площадью 2 м² (для апробации готовой консистенции защитной композиции).

1.2.2. Наполнить емкость (ведро, фляга, бидон и т.д.) на 1/2 клеем Наиритом 88Н или 88НП и добавить в соответствующих массовых частях и изложенной последовательности все компоненты Табл. №1 тщательно перемешивая с основой каждый компонент

1.2.3. Готовую композицию опробовать на опытном образце оболочки, нанося равномерным слоем кистью или валиком.

Рецептура разработана *Отрощенко Валентиной Ивановной*.

Табл. 1. Химический состав полимерной экранирующей защитной композиции для технического синтетического материала «Волга»

№ п/п	Наименование компонентов	Кол-во мас. част.
1	Наирит 88Н (или 88НП), без сажи	100
2	Фосфит П-24	1-0,5
3	Оксид цинка	5,0
4	2-окси-4-алкил оксибензофенол	1,0
5	2,2- метиленбис/4-метил-6-третбутилфенол (стабилизатор)	1.5
6	Ди/3-пара- фенетиламино-2-оксипропил/ сульфид	0,5
7	Октилэпокситаалат	4,0
8	Каптакс	1,0
9	Тиурам	1,0
10	Алюминиевая пудра	5,0
11	Бензин «Галоша»	50,0
12	Этилацетат	50,0

Примечание:

1. При нанесении экранирующей защитной композиции пневматическим распылителем, рабочий раствор доводить до необходимой консистенции составом №1= бензин «Галоша» с этилацетатом в соотношении 1:1.

2.Аллюминиевая пудра вводить в раствор в смеси с составом №1 (рекомендуется и для разведения других компонентов).

3.Вводимые компоненты тщательно перемешивать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дальнейшем в данной области возможна разработка цветных полимерных композитов, заменяющих хлорсульфированный полиэтилен.

Выявлены необходимость комплексных разработок и предложения по архитектурному и конструктивному проектировании тентовых оболочек и сооружений. Актуальны направления выпуска и использования данных конструкций и покрытия в объектах жилищно-гражданского, сельскохозяйственного, промышленного и оборонного назначения и показано, что для наибольшей эффективности целесообразны унификация и отбор лучших решений с взаимоувязкой этих сфер.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ю.И. Блинов*, Пленки, ткани, сетки в гражданских и промышленных сооружениях. \\\ Казань, 1971г.

2. *Ю.И. Блинов, Т.П. Бирюков, А.А. Рожков, В.И. Отрощенко, Б.С. Стригин*. Вопрос опытного проектирования тентовых оболочек складчатого типа. \\\ Шестая Дальневосточная конференция по мягким оболочкам (тезисы докладов) Владивосток, 1979г.

3. *Б.А. Михайлов, А.В. Горст, Г.Д. Лейбман*. Пневмосооружения на строительстве. \\\ М.:Транспорт, 1977г.

4. Общественный центр с тентовым покрытием для сезонного использования при базах отдыха. ЭП-1-151-Р.-N. ЦНИИЭП лечебно-курортных зданий, 1978г.

5. Разработка рекомендации по проектированию и применению тентовых сооружений в гражданском строительстве, НИП, отчет МИСИ им. В.В. Куйбышева, кафедра архитектуры рук. темы *Блинов Ю.И.*, М., 1975г.
6. *Ф. Отто и Ф.К. Шлейер*. Тентовый и вантовые строительные конструкции. \ М., Стройиздат, 1970 г.
7. *Ю.И. Блинов, Т.П. Бирюков*. Тентовые покрытия сооружений и стыкование их элементов. \ «На стройках России», 1975, №3, с 32-34.
8. *В. В. Мешков, М. М. Епанешников*. \ - Москва : Энергия, 1972. Светотехника.
9. *Д.В. Кузнецов Л. И. Армановский*, \ 1978 Архитектурные конструкции гражданских зданий Киев Будівельник
10. *Каган П.Б., Барабанова Т.А.* Описание технологических процессов в строительстве на основе использования формальных языков. \ Международный журнал прикладных инженерных исследований. Стр. 1691-1693.
11. *В.А. Скопенко*, \ Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 1(2010)
12. *Г. Рюле*; Металл, пластмассы, керамика, дерево \ Москва: Стройиздат , 2 (1974)
13. *В. В. Ермолов, У. У. Бэрд, Э. Бубнер* , Пневматические строительные конструкции \ М.: Стройиздат, (1983)
14. Иваново Искож (Ivanovo), On-line: <http://www.ivanovoiskozh.ru>
15. *М.И. Тосунова, М.М. Гаврилова*. \ 1988 , Архитектурное проектирование. М. стр.288