



МФ

Филиал
НИУ МГСУ
в г. Мытищи

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник докладов научно-технической конференции
по итогам научно-исследовательских работ студентов
филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи

(г. Мытищи, 28 февраля – 4 марта 2022 г.)

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

ISBN 978-5-7264-3031-7

Москва
Издательство МИСИ – МГСУ
2022

УДК 69+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 в г. Мытищи (г. Мытищи, 28 февраля – 4 марта 2022 г.) / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, филиал НИУ МГСУ в г. Мытищи. — Электрон. дан. и прогр. (7,8 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2022. — Режим доступа: <http://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/>. — Загл. с титул. экрана
ISBN 978-5-7264-3031-7

В сборнике содержатся доклады участников научно-технической конференции «Дни студенческой науки» по итогам научно-исследовательской работы студентов за 2021/2022 гг. В рамках конференции работали следующие секции: «Актуальные задачи архитектурно-строительного проектирования», «Технология, организация и управление в строительстве», «Актуальные вопросы и задачи в строительстве».

Для обучающихся по всем направлениям подготовки, а также для всех читателей, интересующихся современными тенденциями в студенческой науке строительного вуза.

Научное электронное издание

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

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

Ответственный за выпуск *А.В. Алексанин*

Филиал НИУ МГСУ в г. Мытищи
(МФ НИУ МГСУ)
Сайт: www.mgsu.ru;
<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/MF/>
Тел. 8 (495) 287-49-14 (доб. 17-81)
E-mail: mf@mgsu.ru

Верстка макета *А.В. Алексанина*

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

Подписано к использованию 20.05.2022. Объем данных 7,8 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. 14-23, (499) 183-91-90, (499) 183-97-95.
E-mail: ric@mgsu.ru, rio@mgsu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ».....	7
Сологуб А.А., Саргсян Э.Э. МОНТАЖ МЯГКОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛА.....	7
Зуева М.К. ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЯ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	12
Балыков А.В. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ	17
Герман В.В., Меликсетян С.Р. ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СЪЕМКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ФАСАДЕ ЗДАНИЯ	20
Екимовская В.А. ПУЛЬСАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ВЕТРА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА УСИЛИЯ В ЗДАНИЯХ.....	25
Журавлев Н.Е., Денисенко К.А. ФЕНОМЕН ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА.....	30
Исмаилова А.З. ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ЖИВУЧЕСТЬ НЕСУЩИХ СИСТЕМ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА.....	32
Мальцев Д.О. ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ С УСИЛЕННЫМИ УЗЛОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ	34
Спекторов Т.О. ХРУПКО-ПЛАСТИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ	37
Умеров Р.И. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕЙ ИЗ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	39
Черняк А.В. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ В РЕБРИСТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТАХ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ШИРИНЕ СЕЧЕНИЯ	42
Потехин Н.И. ПОТЕРИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	45
Корнилова Н.В. ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.....	48
Панькин Р.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЭС В РФ С УЧЁТОМ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА.....	53

Баранов Д.Р. Козлов М.А. АНАЛИЗ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ СОВРЕМЕННЫХ КВАРТИР	57
Меликсетян С.Р., Герман В.В. УЧЕТ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ СТЕН.....	61
Саркисян Л.А. ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ПКМ.....	65
СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»	68
Коченкова Е.М. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ	68
Аникеенков А.А. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	73
Григорьев М.И. ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ (VR) И ДОПОЛНЕННОЙ (AR) РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	76
Савчук Н.Ю. ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	79
Бережнов А.А. СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	81
Киценко Д.П. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ.....	83
Свистунова Д.А. ПРЕИМУЩЕСТВО И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	86
Зуева М.К. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ	90
Потехин Н.И. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	93
Хорхорина М.А. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	100
Судницын О.Е. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ....	102
Суворова В.С. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЩЕНИЯ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА В РАМКАХ ПРОГРАММЫ РЕНОВАЦИИ	106
Черненко Д.В. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЛИВНЕВЫХ ВОД ПРИ РАЗВИТИИ ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ.....	109
Шабает Ю.Р. НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	113

Хабирова Э.Р. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ	118
Родькин А.С. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА УНИКАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ	121
Новиков А.С. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ.....	123
Юрьева М.О. ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА.....	126
СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»	129
Гончаров А.И. СОВРЕМЕННАЯ СТРОЙПЛОЩАДКА И РОБОТЫ	129
Карань О.И. СТРОИТЕЛЬСТВО И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ СЕКРЕТНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В МОСКВЕ.....	133
Кочемировская М.В. СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА БАТУМИ – ЖЕМЧУЖИНЫ ГРУЗИИ	137
Лапшин И.А. МОСТ ВИАДУК МИЙО КАК ЧУДО ИНЖЕНЕРНОЙ МЫСЛИ.....	140
Логвинов Н.В. СТРОИТЕЛЬСТВО И РАЗВИТИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА ...	143
Меликсетян С.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА УСТАНОВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ	147
Морозов М.Н. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТОПЛЕНИЯ ДОМА МАЙНИНГ-ФЕРМАМИ	151
Пеленкина О.О. «УМНЫЙ ДОМ» В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ	154
Тихомирова Е.В. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ОСТАНКИНСКОЙ БАШНИ.....	157
Черкасова Л.А. БУРДЖ ХАЛИФА КАК ВЫДАЮЩЕЕСЯ ТВОРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА	161
Запоточный Н.Т. ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА «ВЫХИНО»	165
Рахматуллина Э.Р. ФИЛЬТРАЦИЯ СУСПЕНЗИЙ С КУБИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ	167

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»

МОНТАЖ МЯГКОЙ ОГРАЖДАЮЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КУПОЛА

Саргсян Э.Э., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Сологуб А.А., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – *Стригин Б.С., доцент кафедры АСП, к.т.н.*

Аннотация

Современные тенденции в строительстве и архитектуре ставят задачу по применению быстровозводимых и трансформируемых ограждающих конструкций зданий и сооружений различного функционального назначения. В качестве таких ограждающих конструкций используются тентовые материалы из полимерных плёнок, тканей и других эластичных видов покрытий на несущих каркасах в виде стержневых и иных опорных систем. Наиболее устойчивыми к силовым воздействиям, относятся пространственно-стержневые конструкции в виде сфер, полусфер или части полусферы, получивших название “геодезические конструктивные системы”, геодезические купола.

ВВЕДЕНИЕ

Технология монтажа мягкого ограждения, разрабатывалась для здания общественного центра в молодёжном туристическом лагере "Волга" под Казанью. Под пространственно-стержневым (геодезическим) куполом, в форме 1/3 полусферы, с диаметром в основании 43 метра и высотой в верхней точке 12,5 метра, запроектированы ресторан, бар, кинотеатр и концертный зал, вмещающие более 600 посадочных мест для отдыхающих. В основу геометрической системы положен принцип кристаллографии (рис. 1).



Рис. 1

Для выявления оптимального варианта монтажа мягкого ограждения (МО) были изготовлены макеты куполов в масштабе 1:20 и 1:10 от натурального объекта, на которых проводился экспериментальный монтаж, при этом каркасы натуральных объектов и макетов отличались по конструктивному решению.

Изготовленная для этого МО, также в масштабе 1:20 раскладывалась макетом под каркасом купола (рис. 2). Всего было разработано два варианта установки МО:

- первый - методом «поддува»;
- второй - механический, с использованием средств малой механизации, ручных лебёдок грузоподъёмностью от одной до четырёх тонн.

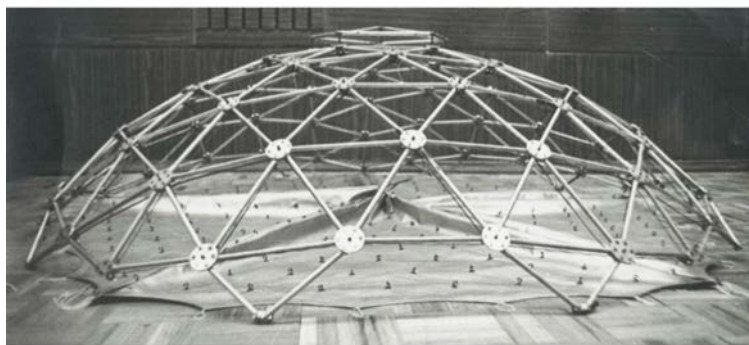


Рис. 2

При методе «поддува» на модели использовали пылесос и автомобильный насос с датчиком давления (рис. 3). На натурном сооружении для «поддува» использовали электрический компрессор. В обоих случаях последовательность монтажа была идентичной, за исключением подпирания подсобными рабочими мягкого ограждения снизу деревянными шестами, в местах крепления крюков тарельчатых подвесок к тросовой сетке. На макете, из-за малых габаритов, этого не требовалось.

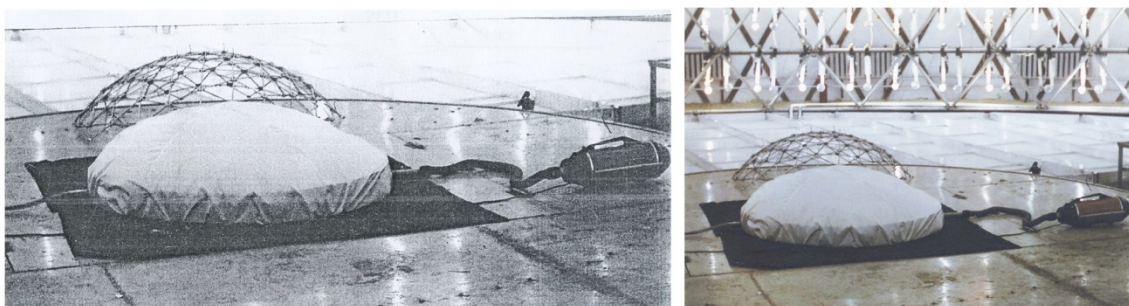


Рис. 3

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Последовательность монтажа методом «поддува»:

1) Соединение 5 полотнищ тента (250 м² каждая), в единую конструкцию, посредством металлических сжимов, кордных лент и стягивающих болтов (рис. 4).

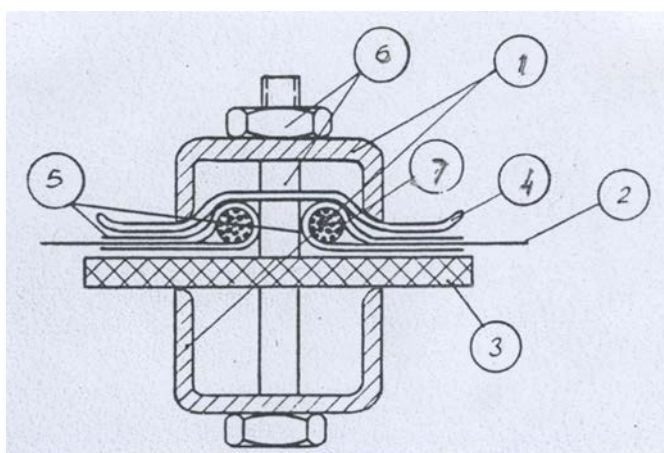


Рис. 4. Соединение тентовых панелей друг с другом: 1 - металлические хомуты; 2 - тентовые ограждающие панели; 3 - шнуровая лента; 4 и 5 - прокладки из тентового материала; 6 - затяжной болт; 7 - нейлоновый фал

2) Раскладка тента под каркасом купола по осям координат (рис. 5).



Рис. 5

3) Покрывание зенитного светоаэрационного отверстия, диаметром 3 метра, накладкой из тента, для герметичности нагнетания воздуха.

4) Раскладка балласта, по внешнему периметру МО, диаметром 30 метров (рис. 6).

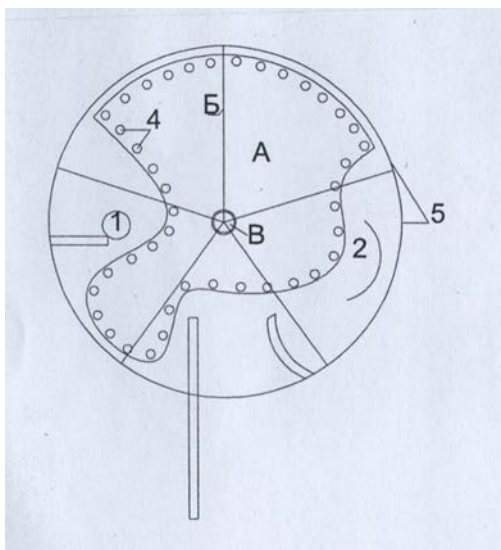


Рис. 6. Раскладка балласта (мешки с песком) по периметру МО. А – мягкое ограждение. Б – карниз ленты со сжимами. В – закрытое (тентом) зенитное светоаэрационное отверстие: 1 – кинобудка; 2 – эстрада; 3 – мягкий ограждение; 4 – балласт (мешки с песком); 5 – капитальное ограждение (стены, витражи)

5) Соединение крюка центральной точечной подвески к подъёмной лебёдке в зенитной точке каркаса купола.

6) Подача воздуха от компрессора, через рукава-воздуховоды, под МО, с одновременным подъёмом тента лебёдкой до верхнего предела поддутого "пузыря".

7) Уменьшение диаметра МО до 20 метров, за счёт перемещения балласта (мешков с песком) и повторить операцию п.6.

8) Уменьшение диаметра МО до 10 метров, за счёт перемещения балласта и повторить операции 6 и 7, при этом крюк центральной подвески поднят до петли кронштейна в зенитной части каркаса купола.

9) Соединение и фиксация крюка центральной точечной подвески МО с петлёй кронштейн каркаса купола.

10) Не снижая воздушного напора, соединить максимальное количество крюков точечных подвесок со стальными тросами по периферии зенитной части купола (рис. 7).



Рис. 7

11) После завершения операций 1-10, производится фиксация крюков точечных подвесок к тросовой сетке по оставшейся части площади МО.

12) Для стабилизации МО и для преднапряжения тента, использовались капроновые фалы диаметром 12 мм, пропущенных сверху покрытия, что придаёт отдельным участкам тента, в местах точечных подвесок, ромбическую форму поверхности отрицательной гауссовой кривизны (рис. 8).

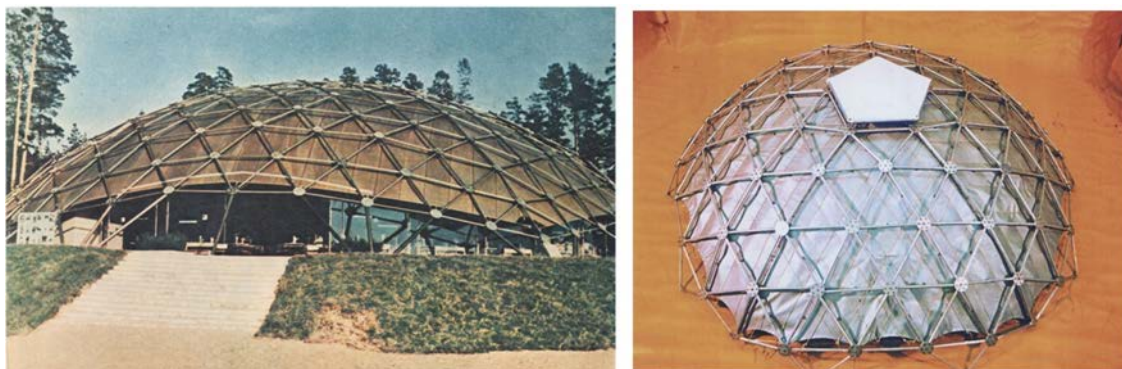


Рис. 8

При монтаже МО методом «поддува» была задействована бригада в составе 10 человек: четыре монтажника, включая бригадира и шесть подсобных рабочих. В подготовительных работах принимает участие весь состав бригады, а для работы на высоте допускаются только четверо монтажников, прошедших специальный инструктаж у главного инженера и инженера по технике безопасности. Продолжительность монтажа составляла 5-6 дней при 8-часовом рабочем дне.

По варианту №2 монтажа МО было задействовано 6 человек: 4 монтажника и 2 подсобных рабочих. Монтаж «Механическим» способом значительно экономичнее как по трудозатратам, так и по времени. Бригада в 6 человек монтировала МО в течение 3-4 дней. Монтажные работы значительно упрощались, в основном за счёт вывода трудоёмких операций по устройству балласта и его трёх, а иногда и четырёхкратного перемещения. Отпадала необходимости «запихивать» светоаэрационное отверстие диаметром 3 метра, для обеспечения герметичности при подаче воздуха под МО, а также ряд других мелких операций, требующих трудозатрат и время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Последовательность монтажа по варианту №2, состоит из следующих операций: три из них соответствуют п. 1, 2 и 5 из варианта №1. В соответствие с п. 5, после соединения крюка центральной точечной подвески к подъёмной лебёдке, МО медленно поднимают вверх, одновременно подсобные рабочие подвигают периферийную часть МО к центру, для снижения нагрузки на лебёдку и полотнищ по осям координат. По достижению центрального крюка зенитной точки, его фиксируют, после чего производят монтаж периферийной части МО, постепенно поднимаясь снизу вверх, фиксируя крюки точечных подвесок к тросовой сетке, с помощью ручных лебёдок. В последнюю очередь фиксируются крюки точечных подвесок по периферии зенитной части каркаса купола, в отличие от варианта №1. После завершения крепления всех точечных подвесок, монтируют систему стабилизации МО, капроновыми фалами поверх тента, после чего сооружение в целом приобретает окончательный вид, органично вписывающееся в окружающую застройку и природную среду.

Данный вариант монтажа значительно упрощает, облегчает и сокращает время производства работ, что существенно влияет на его стоимость, за счёт снижения трудозатрат и энергоресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Блинов Ю. И., Сладков В. А., Котвицкий А. В.* Плёночное тентовое покрытие купола в туристическом центре «Волга» // Плёнки, ткани и сетки в гражданских и промышленных сооружениях. - 1971. - с. 114-121.

2. *Блинов Ю. И., Стригин Б. С.* Опыт и перспективы применения тентовых пространственных конструкций // Для повышения эффективности и надёжности строительных конструкций в условиях Восточной Сибири. - 1980. - С. 25-29.

3. *Котвицкий А. В.* Из опыта изготовления тентового покрытия купольного сооружения общественного центра международного молодёжного лагеря «Волга» // Плёнки, ткани и сетки в гражданских и промышленных сооружениях. - 1971. - С. 133-136.

4. *Котвицкий А. В.* Монтаж и демонтаж купольного покрытия в международном лагере «Волга». Плёнки, ткани и сетки в гражданские и промышленные сооружения. - 1971. - С. 136-141.

5. *Стригин Б. С.* Анализ светотехнических свойств тканево-плёночных материалов строительного назначения // Энергосбережения и теплообменные процессы в оборудовании промышленных предприятий, котельных и тепловых электростанций. - 1993. - С. 22.

6. *Ермолов В. В.* Прошлое, настоящее и будущее пневматических строительных конструкций // Пневматические строительные конструкции. - 1983. - С. 5-110.

7. *Блинов Ю. И.* Тентовые здания и сооружения // Диссертация на соискание учёной степени доктора технических наук. - 1991.

8. *Бабакова А. В., Денисенко Е. В.* Критерии формирования бионической архитектуры в XXI веке // Известия КГАСУ. - 2016. № 1 - С. 16-25.

9. *Блинов Ю. И.* Тентовые конструкции. // Строительство и архитектура - 8/1985. - С. 6-43.

10. *Куприянов В. Н.* Материалы для плёночных сооружений. Плёночные сельскохозяйственные сооружения. – 1981. - С. 47-50.

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ И АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЯ НА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

*Зуева М.К., студентка 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Гиясов Б.И., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

Аннотация

Известно, что гражданские здания потребляют энергию больше, чем вся промышленность с её фабриками, заводами, металлургическими комбинатами и энергетикой, которая расходуется на транспорт. Следовательно, вопрос повышения энергоэффективности зданий приобретает все большую актуальность. Энергоэффективное здание создает комфортные условия проживания внутри жилища с минимально возможным потреблением энергии, максимизируя эффективность использования ресурсов. Меры по повышению энергоэффективности здания охватывают весь жизненный цикл здания: сам процесс строительства, переходящий в цикл эксплуатации, обслуживания и сноса здания. В статье рассматривались задачи по влиянию архитектурно-объемных проектных решений на потребность здания в энергетических ресурсах, сравнению энергоэффективности сооружений в зависимости от его формы в плане. Цель данной работы: используя сравнительный, графоаналитический методы исследования, рассматривались их размеры, геометрическая форма, объемы.

ВВЕДЕНИЕ

Используя ведущие мировые принципы проектирования современных домов, можно достичь значительного сокращения использования энергоресурсов, направленных на нагрев воды, отопление сооружения, обеспечивая достаточно высокий процент энергоэффективности и энергосбережения. На данный момент активное использование энергосберегающих технологий приводит к значительному сокращению затрат на электроэнергию, что в свою очередь уменьшает негативное воздействие на окружающую среду.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Энергоэффективность - рациональное использование энергетических ресурсов, применение меньшего количества энергии для обеспечения того же уровня энергетического обеспечения зданий или технологических процессов на производстве. Сберегая энергию, необходимо либо полностью отказаться от нее, либо свести ее использование к минимуму, поэтому в большинстве нынешних зданий используется принцип энергоэффективности, учитывающий целый комплекс факторов: архитектурно-планировочные решения, эффективные ограждающие конструкции, эффективные инженерные системы. Для населения это означает значительное сокращение коммунальных расходов, для страны - экономия ресурсов, повышение производительности промышленности и конкурентоспособности, для экологии - ограничение выброса парниковых газов в атмосферу, для энергетических компаний - снижение затрат на топливо и необоснованных трат на строительство. Так Россия занимает третье место в мире по совокупному объёму энергопотребления. По объёмам энергопотребления в стране первое место занимает обрабатывающая промышленность, на втором месте - жилищный сектор, около 25% у каждого.

Существует множество способов повышения энергоэффективности: разработка более эффективных продуктов и модернизация процессов строительства; учет всего жизненного цикла здания, включая энергозатраты на его снос; разработка средств управления и систем повышения эффективности; мониторинг энергопотребления и предоставление рекомендаций по улучшению отдельных, требующих внимания технологий; разработка политики, направленной на поощрение внедрения энергоэффективных технологий в строительство. Однако выгодней принимать решения на ранних стадиях проектирования, влияющие на геометрию здания, его ориентацию в пространстве, уровни остекления, учитывая места, где

чаще всего происходят теплопотери, такие как наружные ограждения и потери теплоты связанные с вентиляцией сооружения, осуществляя тем самым сбережение теплопотерь, повышая энергоэффективность.

Геометрия здания является важным фактором, который следует учитывать с точки зрения проектирования, влияющая на теплопотери, прирост тепла, инфильтрацию и прирост солнечной энергии, которые влияют на нагрузку на отопление и охлаждение. Нагрузка на отопление или охлаждение зоны периметра постоянно меняется, поскольку она находится под влиянием погоды через ограждающие конструкции здания, а также внутренних нагрузок. Таким образом, при оценке двух зданий одинаковой площади использования, здание с большей внутренней площадью, как правило, требует меньшей мощности по отоплению и охлаждению и ежегодно потребляет меньше энергии.

В исследованиях было замечено, что были получены различные результаты в энергетических характеристиках масс, которые имели одинаковый объем, но были выполнены в разных формах. Было подсчитано, что площадь поверхности масс имеет одинаковый объем, но разные формы. Поверхность куба, которая была принята за 100, была принята в качестве эталона.

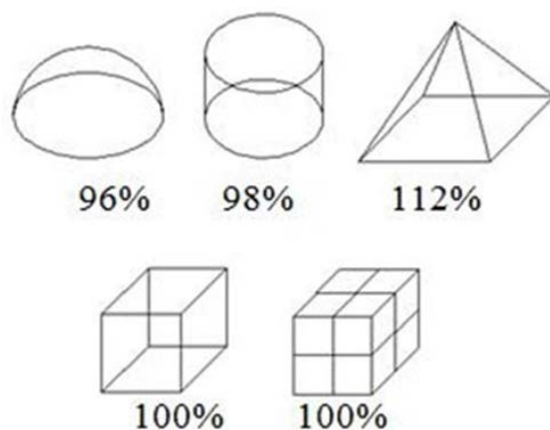


Рис. 1. Энергоэффективность зданий различной формы

Распространенным способом расчета коэффициента энергоэффективности является соотношение поверхности к объему или иными словами соотношение между площадью ограждающей конструкции здания и его объемом. Соотношение площади к объему для типичного дома на одну семью составляет 0,8-1,01/м.

Рассмотрим здания с одинаковыми размерами круглой и квадратной формы. Здание высотой 2,8 м, длиной 60 м, шириной 40 м.

Прямоугольное здание (рис.2):

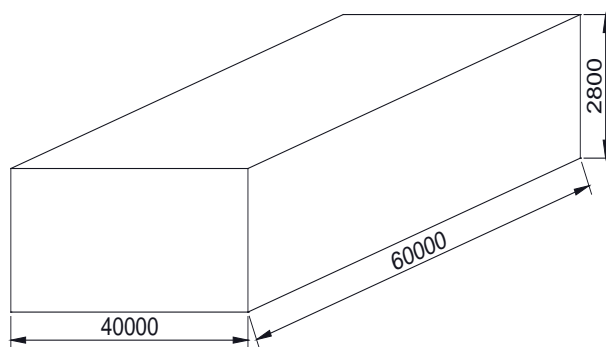


Рис. 2. Прямоугольное архитектурное решение здания

$$F_{\text{пола}} = 40 \times 60 = 2400 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{кровли}} = 40 \times 60 = 2400 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{стен}} = (40 \times 60 + 40 \times 60) \times 2.8 = 560 \text{ м}^2$$

$$\Sigma F = 2400 + 2400 + 560 = 5360 \text{ м}^2$$

$$V = F \times H = 5360 \times 2.8 = 15008 \text{ м}^3$$

Купольное здание (рис. 3):

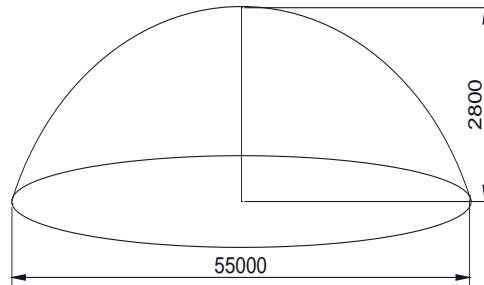


Рис. 3. Купольное архитектурное решение здания

Для уравнивания площади пола здания приняли купол диаметром в 55 м.

$$F_{\text{пола}} = (55^2 \times \pi) : 4 = 2376 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{купола}} = 2 \times \pi \times 136.4 \times 2.8 = 2400 \text{ м}^2$$

$$\Sigma F = 2400 + 2376 = 4776 \text{ м}^2; V = F \times H = 4776 \times 2.8 = 13372.8 \text{ м}^3$$

Итого при практически одинаковых полезных площадях имеем 5360 м² общей площади ограждающих конструкций прямоугольного дома против 4776 м² общей площади ограждающих конструкций купольного дома [1,2].

Таким образом, коэффициент энергоэффективности для здания прямоугольной формы 19,7%, что меньше, чем коэффициент энергоэффективности купольного здания равный 17,9%.

Рассматривая четыре возможные формы здания в плане: треугольник, прямоугольник, квадрат и круг, сравним их энергоэффективность с учетом потерь тепла в разное время года, получим следующую диаграмму.

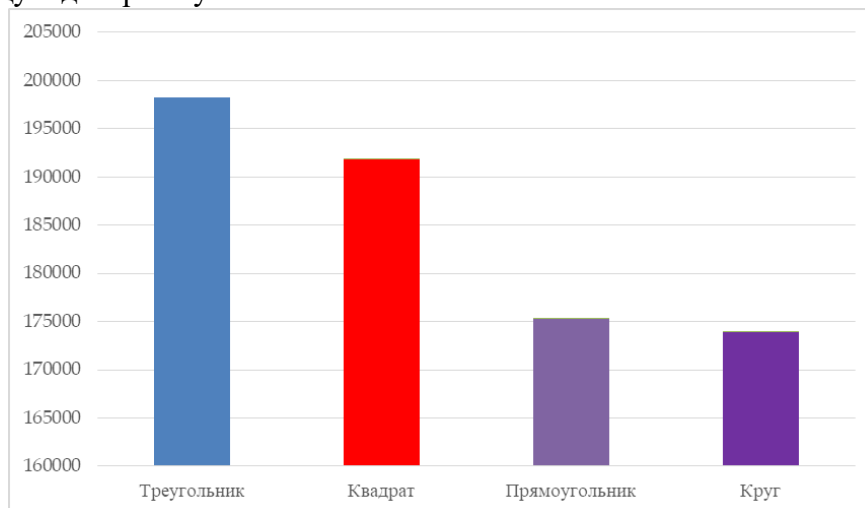


Рис.4. Энергопотребление зданий разной формы с учетом потерь тепла

Согласно среднему показателю, полученному в результате общего потребления энергии в разные сезоны, круглая форма имеет наименьшее потребление, основанное на общем потреблении энергии. Эффективность геометрической конструкции дома в аспекте тепловых потерь была оценена отношением площади тепловых потерь дома (наружных стен, крыши и пола под фундаментом) к полезной площади дома, которую можно использовать под жилье.

Однако форма здания важна в районах с различными климатическими условиями. В регионах с холодным климатом следует использовать компактные формы, которые минимизируют часть теплопотерь. Эта минимальная площадь поверхности достигается, например, в полусферической (полусферической) форме иглу. В регионах с жарким сухим климатом следует использовать компактные формы и внутренние дворы, которые минимизируют приток тепла и помогают обеспечить затененные и прохладные жилые помещения. В регионе с жарким влажным климатом длинные и тонкие формы, длинная сторона которых ориентирована в направлении преобладающего ветра, обеспечивают максимальную перекрестную вентиляцию. До тех пор, пока крыша обеспечивает достаточное укрытие от дождя и солнца, удлиненная форма с открытой стороной имеет то преимущество, что она может улавливать прохладные бризы. В условиях мягкого климата следует использовать компактные формы, которые более гибки, чем формы, используемые в регионах с холодным климатом. У такого дома длинная южная сторона, которая освещается солнцем, когда она доступна. Однако, поскольку климат в умеренных регионах не такой экстремальный, возможно большее разнообразие форм домов без существенного влияния на прирост или потерю тепла [4].

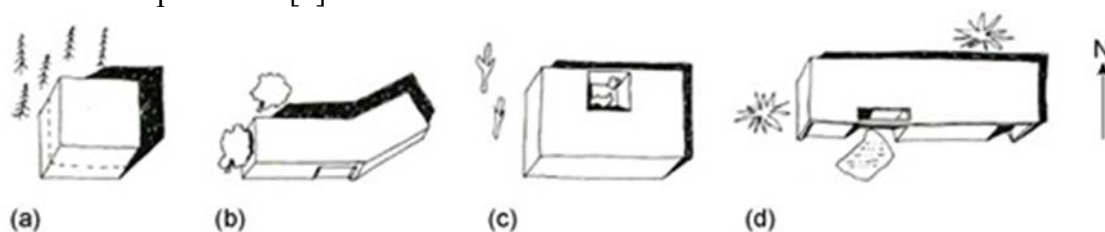


Рис.5. Основные формы зданий, подходящие для четырех различных типов климата: (а) холодный, (b) умеренный (мягкий), (c) жарко-засушливый, (d) жарко-влажный

Ориентация дома, очевидно, важна для удлиненных форм. Обычно доминирующим фактором является ориентация главного фасада на Солнце, хотя направление ветра может быть столь же или более важными при планировании ориентации дома. В регионах с умеренным климатом необходимо организовать форму и ориентацию дома таким образом, чтобы собирать как можно больше тепла от Солнца зимой, избегая при этом перегрева от солнечного усиления летом. В умеренных широтах оптимальная ориентация более длинного фасада-только на восток от юга, чтобы получать наибольшее количество зимнего тепла, поворачивая более короткий фасад на юго-запад для увеличения количества летнего тепла.

Исходя из условий наибольшей энергоэффективности, можно рассмотреть купольные здания. Не смотря на трудность расчета купола, ограниченность материала наружной внутренней отделки, отделки кровли, зачастую индивидуальное и уникальное строительство, купольные здания обладают рядом преимуществ, связанных с энергоэффективностью, оптимальным использованием пространства.

Естественная тепловая динамика сферического пространства с открытой архитектурой не использует внешнюю энергию для циркуляции температуры. Нагретый воздух естественным образом поднимается, пока не достигнет изолированного потолка, он поднимается по куполообразному потолку, пока не достигнет окна, которое прохладнее, воздух реагирует, опускаясь на пол, где он перемещается к стенам и снова поднимается. Это действие постоянно регулирует циркуляцию воздуха и температуру в доме. Следовательно, разность температур по высоте в таком помещении незначительная.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обеспечение устойчивости и энергоэффективности новых зданий будет иметь ключевое значение для наших усилий по борьбе с изменением климата. Наличие энергоэффективного здания становится все более и более жизненно важным, поскольку энергия становится критической экономической проблемой из-за высокого спроса на энергию и неустойчивых

поставок энергии. Энергоэффективные здания предлагают возможности для экономии средств, а также сокращения выбросов парниковых газов. [5]

Подводя итог, можно сделать вывод, что форма строящегося здания является важным экономическим фактором, не требующих больших дополнительных затрат, увеличивая площади наружной поверхности по возможности за счет встроенных лоджий и балконов, что более целесообразно с точки зрения снижения теплопотерь. Проектирование энергоэффективного здания возможно только с помощью междисциплинарного исследования, которое начинается с возникновения идеи строительства здания и продолжается до сноса здания в конце периода использования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальный стандарт российской федерации. Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений// Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200105932>. Дата обращения: 06.02.2022.

2. *Пилипенко Н.В.* Тепловые потери и энергетическая эффективность зданий и сооружений // Университет ИТМО. Санкт-Петербург 2016. С. 12-25.

3. Взаимосвязь между формой здания и его энергетическими характеристиками // Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/254217845_The_relationship_between_the_shape_of_a_building_and_its_energy_performance. Дата обращения: 01.02.2022.

4. Формы зданий и климат // Режим доступа: <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/seeing-the-light/content-section-4.1>. Дата обращения: 07.02.2022.

5. М.В. Рубцова, Э.Е. Семенова. Учет влияния формы здания на его энергоэффективность // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. Воронеж. 2021. С. 10.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

*Балыков А.В., студент 2 курса группы С-м-о-201 института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры СК, к.т.н., доцент*

Аннотация

В современном мире значительно участились воздействия природного, техногенного и военного характера, которые в недавнем прошлом не учитывались нормами проектирования. Эти воздействия вызывали обрушения отдельных конструкций, а в отдельных случаях и всего сооружения. Для того, чтобы повысить конструктивную безопасность зданий, убереечь людей от катастрофических последствий разработаны и используются иностранными и российскими проектировщиками нормативно правовые документы. Эта документация позволяет избежать негативных последствий в случаях прогрессирующего обрушения. До сегодняшнего дня в научных публикациях, которые занимались изучением особенностей напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений при таких воздействиях рассматривались железобетонные конструкции без какого-либо предварительного напряжения.

ВВЕДЕНИЕ

Цель работы- установление особенностей силового сопротивления сечений несущих элементов железобетонных конструкций, усиленных предварительно напряженной арматурой при динамическом догружении, вызванном аварийным воздействием, инициированным выключением из работы несущего элемента (колонны первого этажа). Основной задачей является: изучение характера деформирования и разрушения, при оценке особенностей силового сопротивления железобетонного каркаса с предварительно напряженными элементами при аварийных воздействиях.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для определения результата в поставленных задачах была разработана методика и произведено сравнение полученных результатов с расчетами предварительно напряженной рамы, которая моделирует фрагмент каркаса высотного здания [1,2]. В основе работы легла нелинейная деформационная модель железобетона [3-5]. Сперва строится геометрия сечения элемента и показывается арматура. Следует отметить, что необходимо чертить все в разных слоях для того, чтобы объекты, «распознаваемые» программой были обнаружены. Затем это сечение экспортируем в макрос и там получаем необходимые результаты после расчета.

В расчёте, который производился с помощью программного комплекса ЛИРА САПР было выявлено, что M_{sp} равняется 2,5 кНм, а в расчете с нелинейной деформационной моделью 3,2 кНм. Также был определен характер распределения относительных деформаций (рисунок 1) и напряжения, возникшие в арматуре и бетоне (рисунок 2).

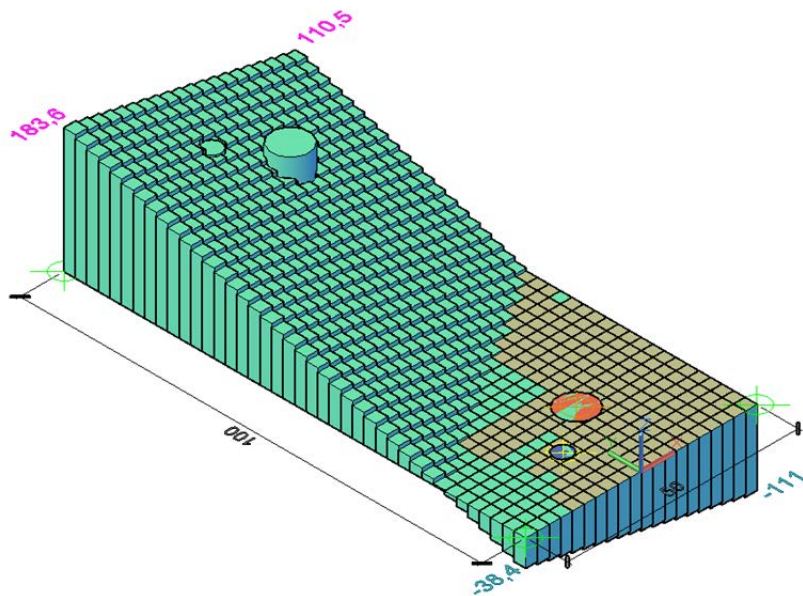


Рис. 1. Характер распределения относительных деформаций

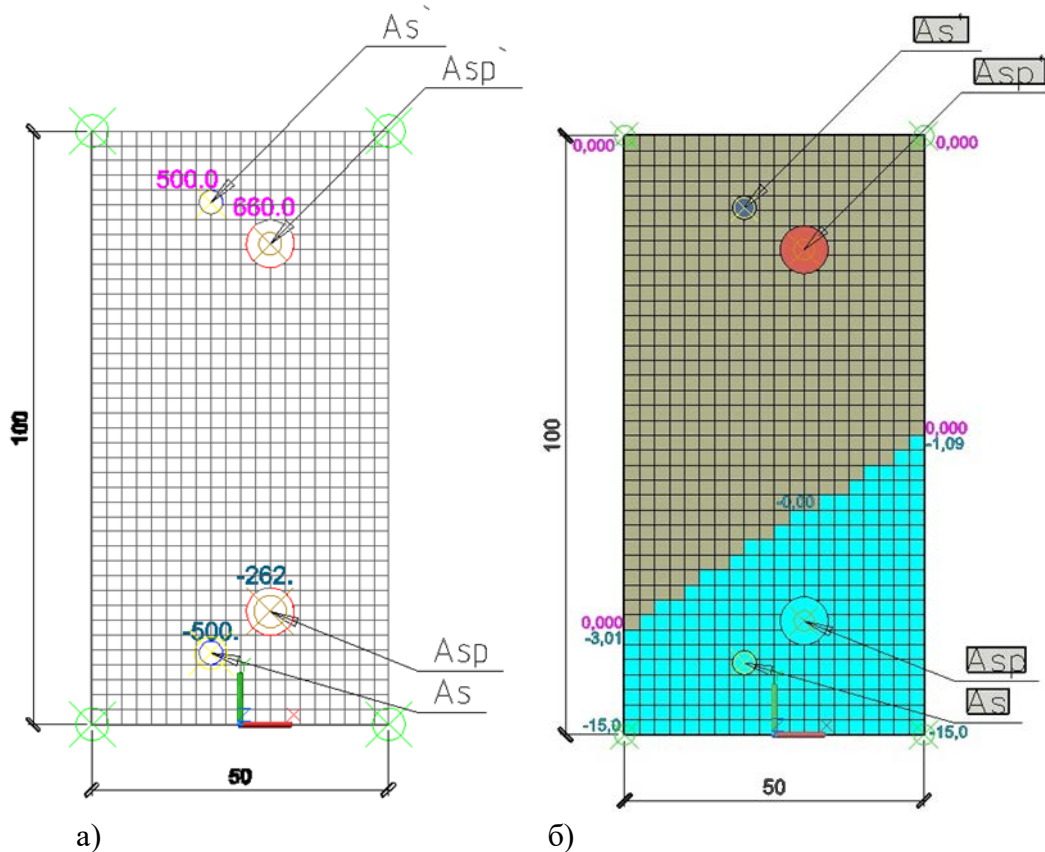


Рис. 2. Напряжения в арматуре (а), в бетоне (б)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведённого исследования было выявлено: назначение предельной величины начального контролируемого напряжения; алгоритм деформационного расчета; косой изгиб сечения, который не учитывается программным комплексом ЛИРА САПР. Выявленные особенности требуют дальнейшего изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Верюжский Ю.В., Гольшиев А.Б., Колчунов В.И., Ключева Н.В., Лисицин Б.М., Машков И.Л., Яковенко И.А.* Справочное пособие по строительной механике. В двух томах. Том I. Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2014. – 640 с.
2. *Ву Нгок Туен.* Исследование живучести железобетонной конструктивно нелинейной рамно-стержневой системы каркаса многоэтажного здания в динамической постановке // *Строительство и реконструкция* – 2020 – Т. 90 – № 4 – С.73–84.
3. *Ключева Н.В., Кореньков П.А.* Методика экспериментального определения параметров живучести железобетонных рамно-стержневых 148 конструктивных систем // *Промышленное и гражданское строительство.* - 2016. –№2. –С.44-48
4. *Колчунов В.И., Ключева Н.В., Андросова Н.Б., Бухтиярова А.С.* Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях. - М.: АСВ, 2014. -208 с. Алмазов В. О., Плотников А. И., Расторгуев Б. С. Проблемы сопротивления зданий прогрессирующему разрушению // *Вестник МГСУ.* – 2011. – №. 2-1.
5. *Колчунов В.И., Федорова Н.В.* Некоторые проблемы живучести железобетонных конструктивных систем при аварийных воздействиях // *Вестник НИЦ Строительство.* – 2018. – №. 1. – С. 115-119. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ СЪЕМКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НА ФАСАДЕ ЗДАНИЯ

Герман В.В., студент 2 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи

Меликсетян С.Р., студент 2 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи

Научный руководитель – Умнякова Н.П., профессор кафедры АСП, д.т.н., доцент

Аннотация

На данный момент существует актуальная проблема, связанная с тепловыми потерями зданий. Именно об этом пойдет речь в этой статье. В ней объясняются понятия о тепловизионной съемке, рассказывается основной принцип работы тепловизора, а также приводятся основные нормативные документы. Помимо этого, в статье показана термограмма, анализируя которую можно прийти к выводу, о тепловых потерях в сооружении, а также найти ошибки в стыке оконных и дверных коробок с откосами.

Тепловизор (тепло + лат. visio «зрение; видение») – устройство для наблюдения за распределением температуры исследуемой поверхности [1].

Термограмма – тепловое изображение, получаемое тепловизором.

ВВЕДЕНИЕ

Чтобы защититься от негативных погодных условий, в том числе низких температур, человек стал возводить дома, в которых мы живем. И как показала практика, через различные участки одной и той же стены происходят различные тепловые потери – где-то больше, где-то меньше. Рассмотрим рисунок 1:

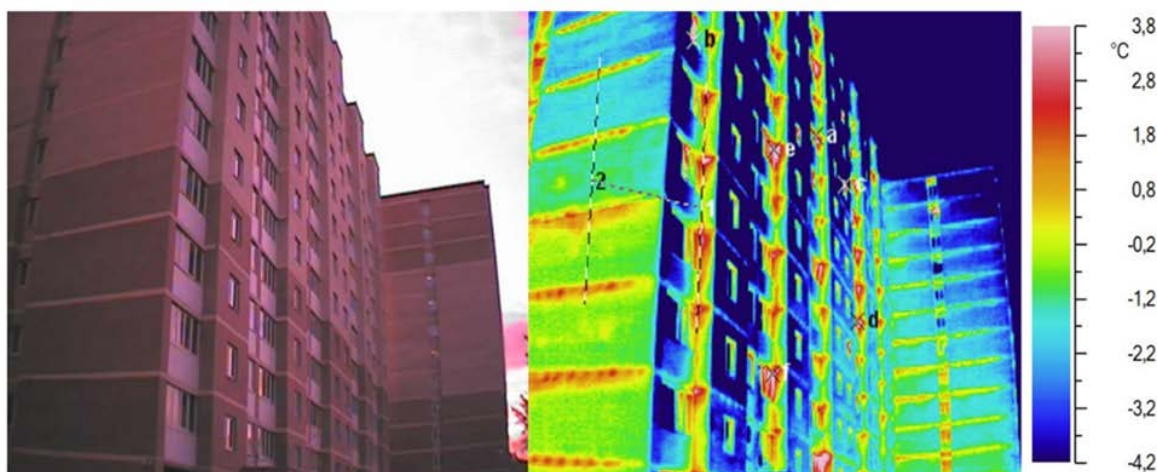


Рис.1. Фото и термограмма фасада в г. Балашиха

На термограмме этого дома видно, что междуэтажные перекрытия, оконные откосы и внешние углы помечены красным цветом. Это означает, что через эти элементы происходят дополнительные тепловые потери. Исходя из этого возникает необходимость определить места этих тепловых потерь, чтобы потом знать, где они происходят и в соответствии с этим принять какие-то меры при строительстве. Прежде чем говорить об каких-либо тепловых потерях необходимо помнить какие бывают виды передачи теплоты:

1. Теплопроводность - способность материальных тел проводить тепловую энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым.

2. Конвекция – вид теплообмена, при котором внутренняя энергия передаётся за счет движения молекул вещества и происходит в жидкой или газообразной среде.

3. Тепловое излучение – электромагнитные волны, испускаемые телами за счёт их внутренней энергии. Любое тело с температурой выше абсолютного нуля излучает теплоту. Рассмотрим этот вид излучения по подробней.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Из всего этого можно найти количество теплоты, излучаемое поверхностью тела, можно посчитать по формуле:

$$Q=C*(T/100)^4, \quad (1)$$

где C – коэффициент излучения, зависящий от цвета.

Темные оттенки обладают большим коэффициентом, светлые – меньшим.

T – абсолютная температура.

Тела с более высокой температурой излучают большой тепловой поток, а с меньшей температурой – меньший. Этот процесс излучения поверхностей положен в основу тепловидения и используется при проведении тепловизионных съемок. Тепловизионная съемка производится путем регистрации излучения объекта в инфракрасном диапазоне с помощью прибора – тепловизора [2]. Тепловизор - электронный наблюдательный прибор, строящий изображение разности температур в наблюдаемой области пространства. Основой любого тепловизора является матрица, каждый элемент которой с высокой точностью замеряет температуру [3]. Прибор работает в спектральном диапазоне от 8 до 14 мкм. Идеальные условия для проведения тепловизионной диагностики - сухая и прохладная погода, т.е. обследование тепловизором лучше проводить в сухой зимний день. В дождливую погоду рекомендуется подождать 10-15 часов после окончания дождя. Связано это с тем, что камера измеряет характеристики поверхности объекта, и, если на поверхности осталась вода или загрязнения, то камера учтет эти данные [4].

Как правило, на дисплее тепловизора отображается диапазон температуры видимой в объектив поверхности. На снимках для наглядности каждое значение температуры отображается своим цветом. Так, более теплые участки показаны оранжевыми тонами, а холодные будут иметь синие оттенки. Давайте взглянем на термограммы (Рис. 2-4):

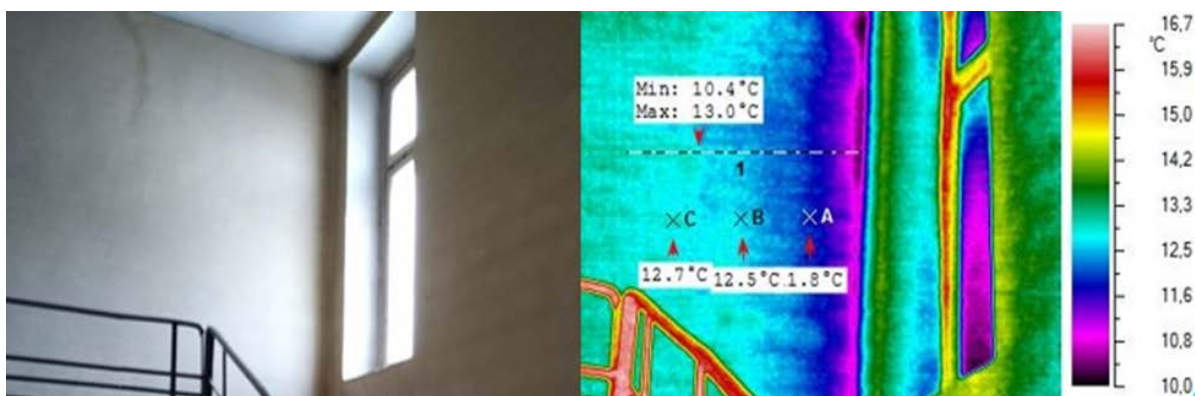


Рис. 2. Фото и термограмма угла

На первом примере (Рис. 2) изображено окно. Здесь значительная часть тепла уходит на стыке двух стен и потолка. (черное пятно) Отсюда можно сделать вывод, что через внутренние углы уходит большое количество тепла. Именно поэтому чаще всего в углах устанавливают стояки. В том числе чтобы в углах не было конденсата, который образуется за счет резкого изменения температур. (Рис. 3)

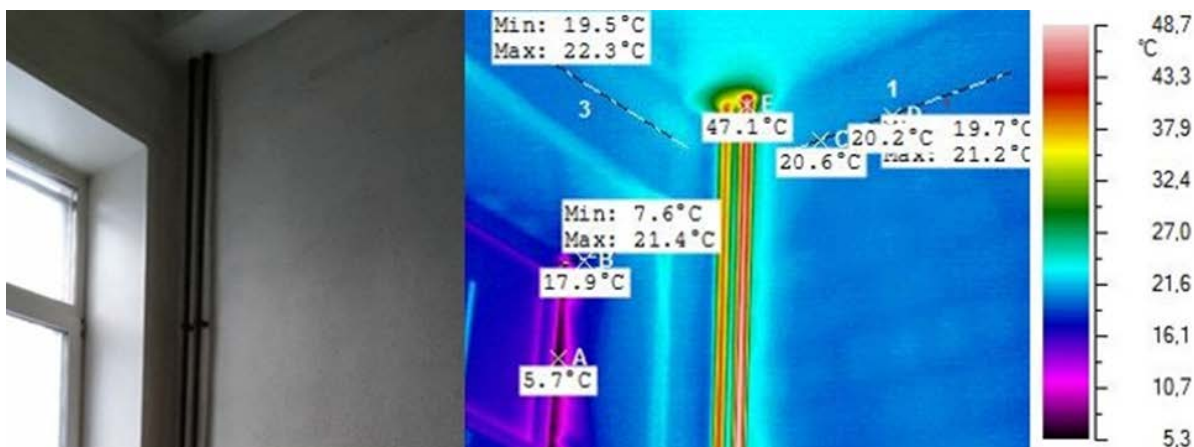


Рис. 3. Фото и термограмма стояка отопления

Рассмотрим снимки фасада Научно-Исследовательского Института Строительной Физики (Рис. 4):

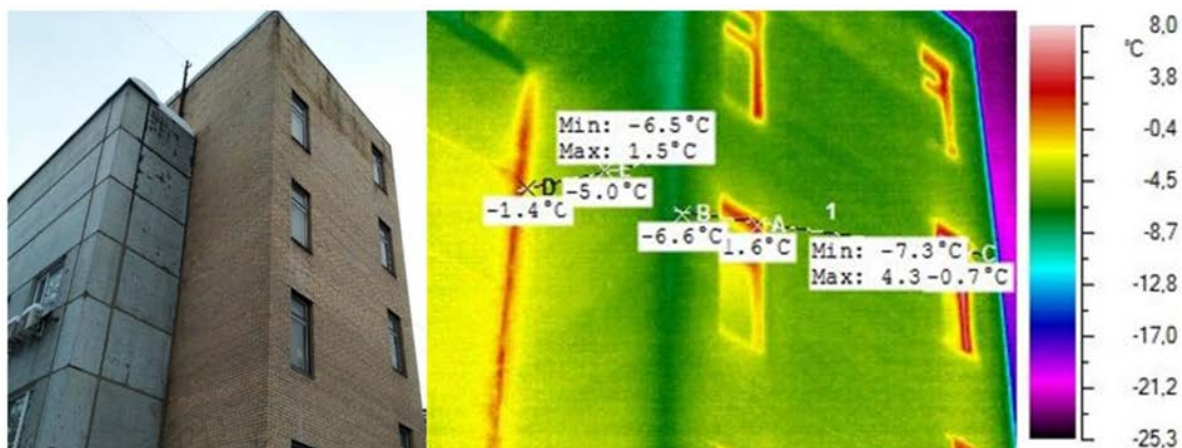


Рис. 4. Фото и термограмма фасада НИИСФ

На приведенном фасаде отчетливо видно два внешних угла. Один из них, красный, т.к. он расположен выпуклостью во внутрь здания, выпуклая часть больше по площади чем вогнутая, поэтому мы и видим красный угол. (площадь вогнутой части меньше, значит концентрация выходящего тепла через эту часть будет больше). Другой же угол, наоборот, расположен выпуклой частью наружу, а вогнутой в самом здании. Получается, что на втором угле отдающая площадь больше, чем принимающая тепло, а следовательно, и на диаграмме будет виден более плавный переход.

Говоря о теплопотерях, необходимо знать, что все конструкции состоят из разных материалов, т.е. они неоднородны, следовательно температура на снимках будет неоднородной. Например (Рис. 5-7):



Рис. 5. Кирпичная кладка

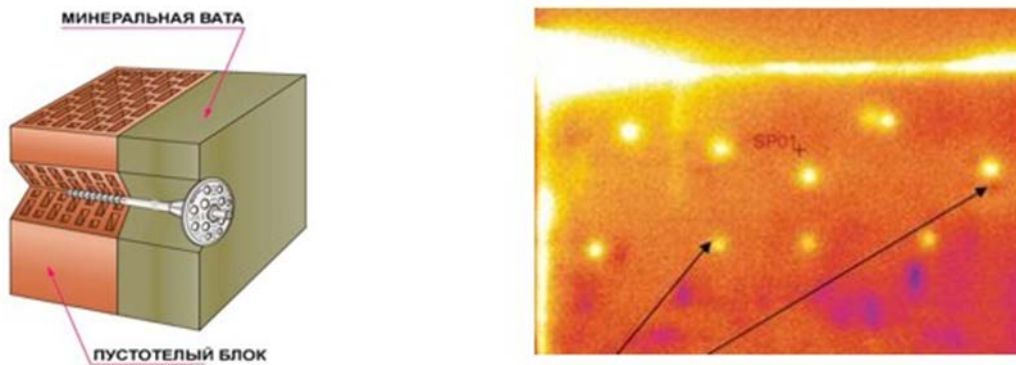


Рис. 6. Крепление утеплителя к стене



Рис. 7. Узел примыкания оконного блока к стене

Такие теплотери будут всегда. Но тепловизионную съемку можно использовать для обнаружения дефектов. Рассмотрим один из таких случаев (Рис.8).

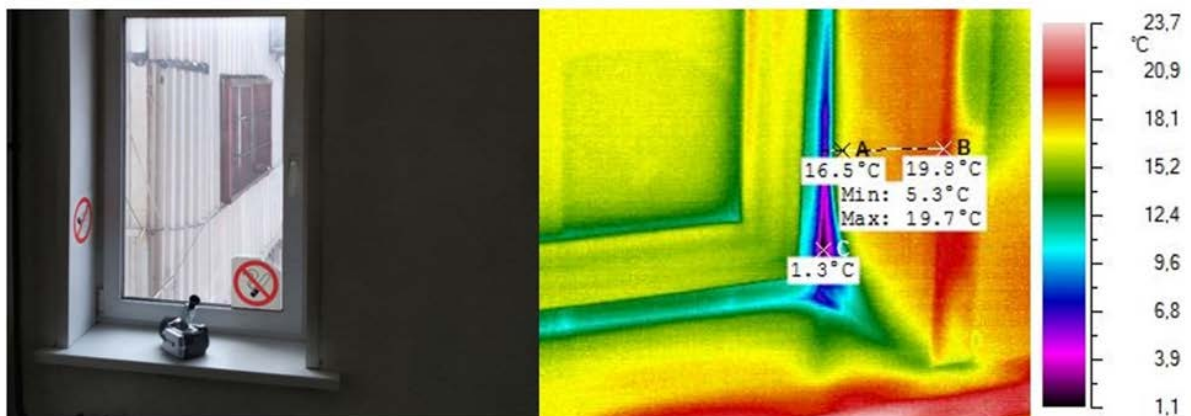


Рис. 8. Фото и термограмма стыка оконной коробки к оконному откосу

На этом снимке на первый взгляд никаких дефектов нет, однако на тепловизионной съемке обнаружилось, что на стыке оконной коробки и откоса есть щель.

Рассматривая неоднородности конструкций, надо упомянуть что такое мостики холода или теплопроводные включения. Мостики холода ослабляют общее сопротивление теплопередачи ограждений, они образуются в основном в углах и выступах зданий.

Тепловизионная съемка также позволяет определить параметры тепловой защиты здания, которые сравниваются с нормативными значениями [2]. На основании проведенного исследования зданию присваивается класс энергоэффективности и заносится в энергетический паспорт здания. В настоящее время действуют следующие государственные стандарты по тепловизионному контролю ограждающих конструкций:

- ГОСТ 26629-85 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»;

- ГОСТ Р 54852-21 «Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций»;

- ВСН 43-96 «Ведомственные строительные нормы по теплотехническим обследованиям наружных ограждающих конструкций зданий с применением малогабаритных тепловизоров»;

- Рекомендации Р-ССК-03-2016 Оценка энергетической эффективности зданий. Расчетно-экспериментальный контроль нормируемых энергетических показателей зданий.

Следует отметить, что вышеперечисленные документы не входят в Перечень национальных стандартов и сводов правил в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [И.Л. Шубин].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведем итоги. Цель тепловизионной съемки – выявить, где происходят теплопотери, а также найти дефекты в узлах. Мостики холода существуют, они приводят к увеличению тепловых потерь, следовательно приведенное сопротивление теплопередач стены становится меньше. Поэтому после того, как мы узнали, где именно происходят дополнительные теплопотери при проектировании зданий нам необходимо их учесть в расчетах.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Тепловизор» – [Википедия]. – URL: <https://inlnk.ru/QwQQQg> (Дата обращения: 05.02.2022)

2. «Тепловизионная съемка как инструмент оценки энергосберегающего потенциала» – [Энергосовет]. – URL: <https://inlnk.ru/1PL6vE> (Дата обращения: 05.02.2022)

3. «Принцип работы тепловизора» – [Pulsar]. – URL: <https://inlnk.ru/yOKw63> (Дата обращения: 05.02.2022)

4. «Тепловизионное обследование зданий: на что обратить внимание при съемке» – [АЭС комплект]. – URL: <https://inlnk.ru/l0ewNV> (Дата обращения: 05.02.2022)

ПУЛЬСАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ВЕТРА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА УСИЛИЯ В ЗДАНИЯХ

*Екимовская В.А., студентка 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Кузнецов В.С., профессор кафедры АСП, к.т.н., доцент*

Аннотация

Анализируются существующие методики определения коэффициентов пульсационной ветровой нагрузки, с целью выявления особенностей влияния вида распределения на изгибающие моменты и поперечные силы от воздействия ветра на конструкции зданий и сооружений призматического типа с различными пропорциями фронтальной поверхности. Рассматривались железобетонные здания с первой частотой собственных колебаний больше предельного значения. Исследование выполнено на основе изучения основных положений нормативных документов, регулирующих проектно-конструкторскую деятельность в РФ, а также актуальных трудов отечественных и зарубежных ученых, соответствующих исследованиям данного направления. Метод исследования: структурно-аналитический анализ с использованием корреляционных зависимостей исследуемых факторов. Приводятся аналитические зависимости для определения усилий от ветра при различных способах назначения коэффициента пульсационной ветровой нагрузки по высоте здания, с учетом формы и пропорций ветровой поверхности, а также их графическая интерпретация.

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие строительства в РФ, требует постоянного внимания к качеству строительства, как на стадии проектирования, так и возведения. Обеспечение требований прочности, долговечности, сохранение эксплуатационных свойств здания или сооружения невозможно без совершенствования методов расчета строительных конструкций и уточнения действующих нагрузок, что отвечает требованиям ФЗ 384 «Федеральный закон о технический регламенте безопасности зданий и сооружений». При проектировании зданий и сооружений строительные нормы обязывают учитывать требования «СП 20.13330. Нагрузки и воздействия. Актуализация СНиП 2.01.07-85* 2016» и выполнять расчеты на различные ветровые нагрузки: основные, пиковые, резонансные, аэродинамические. По мере, накопления новых экспериментальных данных, положения норм регулярно уточняются и закрепляются законодательно, например, в работе "Рекомендации по уточненному динамическому расчету зданий и сооружений на действие пульсационной составляющей ветровой нагрузки". ЦНИСК имени В.А. Кучеренко, ООО Евро софт, 2016. Примеры ветровых воздействий на здания с негативными последствиями регулярно публикуются в открытой печати, например, [1,2,3], но, как правило, без подробного анализа причин и последствий. Хрестоматийным примером являются обрушение в 1879 году Тейского моста в Англии. Основная причина катастрофы - прямой недоучет ветровой нагрузки: проектное давление ветра принято 47 кг/м², а в момент разрушения достигло 188 кг/м² [2,4]. Важность изучения особенностей применения ветровых нагрузок сохраняется и в настоящее время. Так совокупность воздействия окружающей среды и желания максимально удешевить сооружение привели к чрезмерным колебаниям моста (танцующий мост) в Волгограде в 2010 году [2]. Глобальное изменение климата, влияние ландшафта, окружающей застройки и других факторов неизбежно влияет на распределение и величины ветровых нагрузок. Так по данным метеостанции МГУ, в 1984 году на высоте 10 м скорость ветра составляла 28 м/с, а последние годы неоднократно фиксировались ветры со скоростью выше 35 м/с. Увеличение количества и силы шквалов отмечается в работах [5,6,7]. Очевидно, что неверная оценка ветровой нагрузки приводит или к перегрузке отдельных элементов здания и созданию аварийной ситуации или к созданию необоснованных запасов прочности, что увеличивает расход материалов и стоимость объекта в целом [8,9,10].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объекта (модели) исследования принимались, широко распространенные здания, призматического очертания с размерами фронтальной ветровой поверхности $h \times d = (80 \times 80 \text{ м}), (80 \times 40 \text{ м})$ и $(80 \times 20 \text{ м})$, нагруженные пульсационной ветровой нагрузкой нормальной к поверхности. Нормативное значение ветровой нагрузки, определялось согласно «СП 20.13330. Нагрузки и воздействия. Актуализация СНиП 2.01.07-85* 2016».

$$W = W_m + W_p, \quad (1)$$

где W_m – средняя составляющая основной ветровой нагрузки (не являлась объектом анализа в данной работе). Подробно, исследование W_m изложено в [7]. Для конкретного типа местности, давление ветра W_0 и аэродинамический коэффициент «с» являются константами и выведены из дальнейшего рассмотрения.

W_p – пульсационная составляющая ветровой нагрузки определяется в зависимости от частоты собственных колебаний сооружения. Так как первая частота собственных колебаний f_1 больше предельного значения f_l , что соответствует большинству железобетонных зданий, [9], пульсационная составляющая W_p определялась формулой (2).

$$W_p = W_m \xi(z_e) \nu, \quad (2)$$

где

$\xi(z_e)$ - коэффициент пульсации давления ветра,

z_e - эквивалентная высота,

ν - коэффициент пространственной корреляции пульсаций давления ветра,

$$\xi(z_e) = \xi_{10} \left(\frac{z_e}{10}\right)^{-\alpha} \quad (3)$$

Здесь ξ_{10} -коэффициент пульсационного ветрового давления, соответствующий высоте 10 м над уровнем земли. Для местности типа «В» $\xi_{10}=1,06$; α -эмпирический коэффициент $\alpha=0,2$. На рис.1 представлены графики распределения коэффициентов пульсации ветровой нагрузки до высоты 80 метров, с использованием зависимости (3) и ступенчатого распределения.

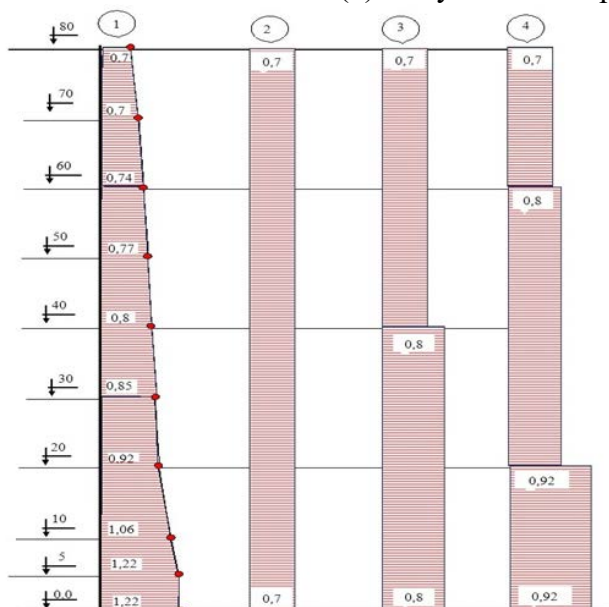


Рис. 1. Распределение коэффициента пульсации ветра по высоте для местности типа В. 1- в соответствии с формулой (3); 2-в соответствии с условным распределением для здания с ветровой поверхностью $80 \times 80 \text{ м}$; 3-то же для здания с поверхностью $80 \times 40 \text{ м}$; 4 - то же для здания $80 \times 20 \text{ м}$

Усилие от нагрузки, численно равной коэффициенту пульсации ветра ζ_{ze} , на любом расчетном отрезке, в декартовой системе координат, равно площади криволинейной трапеции A_{ze} , ограниченной графиком функции (4) и двумя прямыми $z_e=a$ и $z_e=b$, соответствующими высотным диапазонам.

$$A_{ze} = \zeta_{10} \int_a^b (z_e/10)^{-\alpha} dz_e. \quad (4)$$

Если пределы интегрирования соответствуют высотам этажей здания, то усилия равны ярусным (поэтажным) силам, условно приложенным в уровне перекрытий. Так для местности типа «В» расчетное ярусное усилие P_{ze} для наветренной стороны определяется по формуле (5).

$$P_{ze} = ckw_0L\zeta_{10} \int_a^b (z_e/10)^{-\alpha} dz_e \quad (5)$$

В формулах (4) и (5):

c -аэродинамический коэффициент, k -коэффициент надежности по нагрузке, w_0 -нормативное давление ветра, L -ширина грузовой полосы, $(z_e/10)^{-\alpha}$ -подынтегральная функция, a и b -верхний и нижний пределы интегрирования, ζ_{10} - значение коэффициента пульсации ветра на высоте 10 м от уровня земли.

В настоящее время, нормы рекомендуют определять величины коэффициента пульсации ζ с учетом пропорций фронтальной поверхности здания, перпендикулярной направлению ветра и значения эквивалентной высоты z_e . Особенностью способа является ступенчатый скачкообразный переход от одного значения коэффициента пульсации ветра к другому на определенных высотных отметках, в зависимости от пропорций ветровой поверхности здания.

Предложенная схема упрощает вычисление ветровых нагрузок и их использование в вычислительных комплексах типа Lira, Skad и др, однако, допускает расхождения величин усилий, по сравнению с основным (классическим) распределением коэффициента пульсации.

Используя, установленные значения коэффициентов пульсации « ζ », вычислялись значения изгибающих моментов M и поперечных сил Q для зданий различной конфигурации. Результаты вычислений M в графической форме представлены на рис. 2.

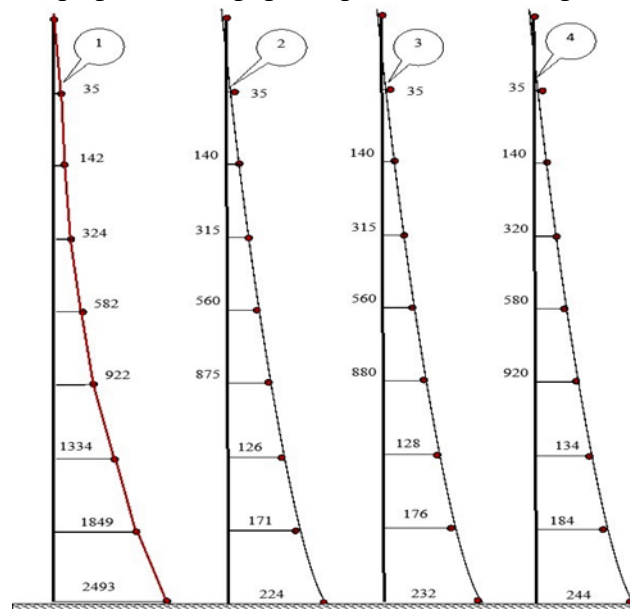


Рис. 2. Эпюры изгибающих моментов от нагрузки, численно равной коэффициентам пульсации. 1-основное распределение, 2-для поверхности 80×80 м, 3-для поверхности 80×40 м, 4-для поверхности 80×20 м

На рис.3 показаны величины отклонений от эталонного значения М-1.

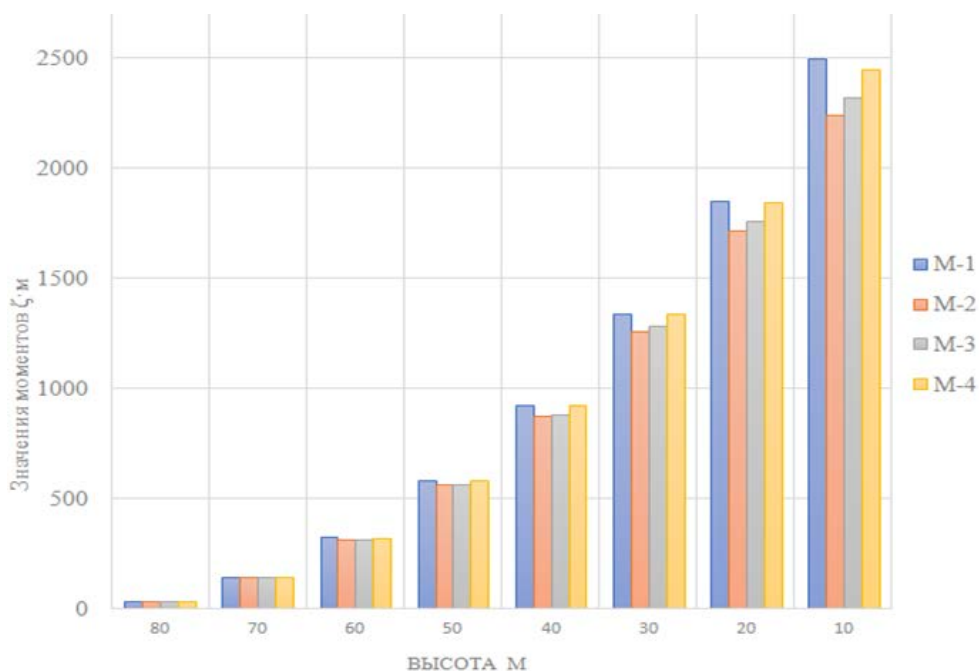


Рис. 3. Величины моментов при различных значениях коэффициента пульсации ζ

Данные рис. 3 свидетельствуют о неоднозначности оценок величин изгибающих моментов от пульсационной составляющей ветровой нагрузки на представленный тип зданий. Отношение значения изгибающих моментов, полученных в соответствии со схемами «2,3,4» и отнесенные к эталонной (схема 1) представлены на рис. 4.

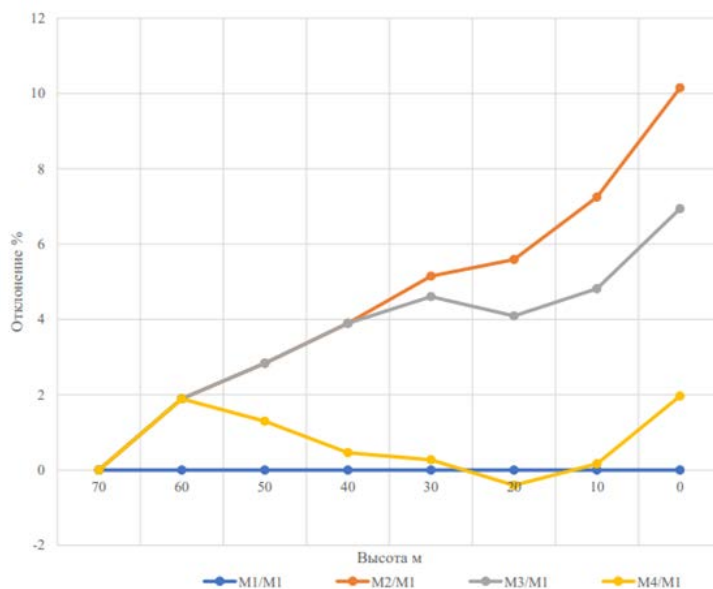


Рис.4. Расхождение моментов, %

Установлено, что усилия от пульсационных ветровых нагрузок зависят как от пропорций фронтальной поверхности модели ($h \times d$) так и используемых представлений коэффициентов ζ .

Так для зданий типа 2, с фронтальной поверхностью 80×80 м, наблюдается стабильное понижение моментов, достигающее максимума на нулевой отметке (10,15%). Для зданий типа 3 (80×40 м) максимальное снижение моментов составляет 6,94% и для здания типа 4 с

размерами в плане (80×20 м) 1,97%, соответственно, (рис. 4). Наиболее близкой к эталонной по значениям моментов являются схема 4, где максимальное отклонение 2%, а недобор 0,4%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, для рассмотренных типов зданий имеются отдельные области, где усилия от пульсационных ветровых нагрузок существенно различаются и зависят от метода их определения. Настоящее исследование свидетельствует о несовершенстве, используемых в практике проектирования способов определения параметров пульсационной ветровой нагрузки, допускающих возможность превышения или недогруженности, как отдельных элементов, так и здания в целом. Представленные результаты позволяют уточнить распределение ветровых нагрузок на здания с различными пропорциями фронтальной поверхности для использоваться в практике проектирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева А.А., Васильев Е.В., Бухаров В.М. Прогноз сильных шквалов на Европейской территории России и их идентификация доплеровскими радиолокаторами // Гидрометеорологические исследования и прогнозы, 2017 год. Вып. 363. с. 47-64.
2. Платонов А.С. Уроки аварий конструкций мостов // Транспортное строительство. 2009. № 6. с. 6–9.
3. Kubilaya A., Deromea D., Blockenc B., Carmelieta J. CFD simulation and validation of wind-driven rain on a building facade with an Eulerian multiphase model // Building and Environment, 61 (3), 2013. pp. 69–81.
4. Э. Симиу, Р.Сканлан «Воздействие ветра на здания и сооружения»; перевод с английского под редакцией канд. техн. наук Б. Е. Маслова. — Москва: Стройиздат, 1984. с. 271.
5. Les Landes Ressource//Conseil Général des Landes, 2019, rue Victor Hugo - 40 000 Mont-de-Marsan 05 58 05 40 40 URL: www.landes.org/Espace Info Énergie.
6. Ким Д.А. "Анализ ветрового воздействия на здания и сооружения" // Инженерный вестник Дона. №12, 2020.
7. Кузнецов В.С., Шурушкин А.А. Усилия в зданиях призматической формы при различном распределении ветрового воздействия // Строительство и реконструкция. № 4. 2021.
8. Karman, T., Sechler, E.E., Donnel, L.H., The strength of thin plates in compression //Trans ASME;- 1932. - Vol. 54. - p. 53-55. Le Context Territorial –
9. Могилюк Ж.Г., Подувальцев В.В. Нормативные проблемы расчета динамических параметров зданий и сооружений // Компетентность, 2020, №10.
10. Hrvoje Kozmar. Wind-tunnel simulations of the suburban ABL and comparison with international standards // Wind and Structures, (2011). Vol. 14, No. 1, p. 15-34.

ФЕНОМЕН ГОРОДСКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА

Журавлев Н.Е., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Денисенко К.А., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – *Ким Д.А., старший преподаватель кафедры АСП*

Аннотация

Термин «городской остров тепла» обозначает городскую территорию, где температура воздуха и поверхностей выше, чем в прилегающей к городу сельской местности. Разница температур может достигать до 8–10°C между центральной частью города и его окраинами. Городской остров тепла в основном наблюдается ночью, когда ночное снижение температуры в городе меньше, чем в сельской местности с большей растительностью. Это локальное явление, которое может варьироваться от одной улицы к другой с ограниченной продолжительностью. Таким образом, при сохранении тепла в ночное время область, подвергаясь интенсивному воздействию, остается более теплой и на следующий день, что влияет на комфорт пребывания в этой области.

ВВЕДЕНИЕ

Городские острова тепла отрицательно влияют на тепловой комфорт в городе (дискомфортные эффекты общественных и частных пространств) и, следовательно, представляют собой риск для здоровья людей с увеличением респираторных заболеваний и повышенной избыточной смертностью, особенно когда они сочетаются с периодом сильной жары. Эпизоды повышенной температуры воздуха, которые, как ожидается, будут увеличиваться, связаны с изменением климата. Согласно прогнозам, примерно к 2050 году периоды сильной жары будут повторяться каждые 2–3 года.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Причины городского острова тепла.

Одной из основных причин городского острова тепла является урбанизация, а именно архитектура городской среды и используемые строительные материалы. Действительно, городское тепло исходит от зданий и земли, которые восстанавливают накопленное в течение дня тепло. Поглощенная или восстановленная солнечная энергия варьируется в зависимости от альбедо и тепловой инерции здания.

Альбедо определяет коэффициент отражения поверхности в зависимости от ее цвета, а также текстуры и пористости. Это значение варьируется от 0 до 1: альбедо черного тела равно нулю, потому что оно поглощает весь падающий свет, а альбедо зеркальной поверхности равно 1, так как она отражает весь падающий свет.

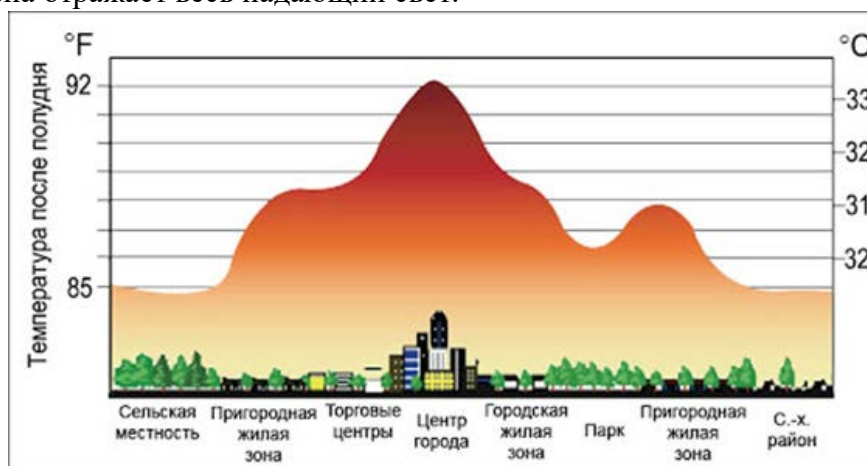


Рис. 1. Колебания температур в различных районах города и пригорода

Минеральность городов является фактором, сильно влияющим на формирование ГОТ, поскольку материалы поглощают много солнечной энергии и, следовательно, тем больше восстанавливаются, в то время как вода или растительность сохраняют мало и также участвуют в охлаждении окружающего воздуха за счет эвапотранспирации.

Эвапотранспирация растений – это явление, которое позволяет за счет потери воды и теплообмена между водой и воздухом освежать воздух. В течение дня в области с кронами взрослых деревьев будет на 2,7–3,3 °С прохладнее, чем в местностях без деревьев.

Также на появление городских островов тепла оказывают влияние:

Городские ветры. Циркуляция воздуха позволяет уменьшить нагрев воздушных масс в городе, а отсутствие или слабый ветер, наоборот, приведет к застою воздуха и, следовательно, к отсутствию рассеивания тепла, аккумулированного в здании.

Городские каньоны (слишком плотная застройка, узкие улицы) способствуют повышению температуры города в районах с плотной застройкой, препятствуя нормальной циркуляции воздуха, но тем не менее позволяют создавать зоны тени, уменьшая коэффициент обзора неба.

Таким образом, плотная городская застройка ограничивает попадание солнечных лучей на поверхность земли и замедляет ночное охлаждение, в то время как разреженная городская застройка способствует солнечному свету и, следовательно, нагреву зоны, но обеспечивает более быстрое и эффективное охлаждение в конце дня и ночью. Эти две формы уплотнения имеют разные характеристики, которые могут быть преимуществом или недостатком в зависимости от сезона. В любом случае меры, которые необходимо принять против ГОТ, должны быть адаптированы к городской структуре, в которой они расположены.

Также, антропогенное тепло (кондиционирование воздуха, автомобильный транспорт, промышленность и т.д.) повышает температуру воздуха и влияет на формирование ГОТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирование ГОТ будет развиваться и в дальнейшем, в частности, из-за повышения температур и прогнозируемых на ближайшие десятилетия периодов сильной жары. ГОТ могут представлять реальную опасность для здоровья населения городов (респираторные проблемы и повышенный риск смертности). Переосмысление здания с помощью биоклиматического дизайна, включая работы по изоляции, инерции, вентиляции, материалам, растительности и альтернативам кондиционированию воздуха, обеспечит тепловой комфорт для жителей и ограничит влияние ГОТ на микроклиматические показатели городской среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексеева Л.И., Горлач И.А., Кислов А.В.* Вертикальная структура и сезонные особенности острова тепла и распределения влажности над Москвой по спутниковым данным // *Метеорология и гидрология*. 2019. № 8. С. 107-118.
2. *Матвеев Л.Т., Матвеев Ю.Л.* Формирование и особенности острова тепла в большом городе // *Доклады Академии наук*. 2000. Т. 370. № 2. С. 249-252.
3. *Мохов И.И.* Связь интенсивности «острова тепла» города с его размерами и количеством населения // *Доклады Академии наук*. 2009. Т. 427. № 4. С. 530-533.
4. *Кузнецова И.Н., Бруслова Н.Е., Нахаев М.И.* Городской остров тепла в Москве: определение, границы, изменчивость // *Метеорология и гидрология*. 2017. № 5. С. 49-61.
5. *Демин В.И., Козелов Б.В., Елизаров Н.И., Меньшов Ю.В.* Влияние микроклимата на точность оценки городского «острова тепла» // *Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова*. 2017. № 584. С. 74-93.
6. *Ким Д.А.* Влияние городского острова тепла на микроклимат урбанизированного пространства // *Инженерный вестник Дона*, 2021, №12
URL://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2021/7470

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ НА ЖИВУЧЕСТЬ НЕСУЩИХ СИСТЕМ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Исмаилова А.З., студентка 2 курса группы С-м-о-201 института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры СК, к.т.н., доцент

Аннотация

В работе показывается необходимость изучения влияния локальных повреждений несущих систем, применительно к рамно-стержневым железобетонным каркасам и механизм приспособления при аварийном выходе из строя отдельных несущих элементов. Использование общей расчетной схемы позволяет узнать прочностные характеристики железобетонных элементов по огибающим эпюрам моментов и установить места, в которых достигаются максимальные значения. Расчет проводился в ситуации, когда возможно прогрессирующее обрушение (внезапное выключение одной из несущих систем). Из анализа результатов можно сделать выводы, что для оценки влияния аварийных ситуаций на живучесть зданий рекомендуется рассчитывать конструкции с учетом физической нелинейности.

ВВЕДЕНИЕ

Безопасность сегодня важная часть в жизни людей. Также и в эксплуатации строительных конструкций. Изучение живучести является важной частью безопасности – обеспечения стойкости строительных объектов в аварийных ситуациях. В последние годы все большее число исследователей проводят исследования прогрессирующего обрушения конструкций. Было проведено много глубоких обзоров, в которых обсуждались текущие достижения и будущие разработки в области экспериментальных исследований, количественной оценки прочности и т.д. в отношении характеристик прогрессирующего обрушения каркасной конструкций [1-3]. Сделан вывод, что в будущих исследованиях необходимо рассмотреть еще много вопросов, таких как влияние ошибок проектирования, модернизация конструкций, спроектированных по устаревшим стандартам, и динамические эффекты.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для анализа прочности железобетонного рамно-стержневого каркаса, была создана математическая модель в среде программного комплекса ЛИРА-САПР. В качестве нагрузки к расчетной модели, на первом этапе нагрузка от собственного веса, и полезная нагрузка на каждый пролет в качестве двух сосредоточенных сил. Второй этап создается для моделирования прогрессирующего обрушения одной из колонн. Поэтому в узлах соприкосновения колонны и ригеля сосредотачиваем вертикальную нагрузку, значение, которое зависит от продольного усилия возникающие в разрушающиеся колонне, противоположного по направлению с учетом коэффициента динамичности.

После утверждения всех стадий, моделируем нелинейные загрузки. На первой стадии происходит монтаж всех элементов с загрузками. На втором этапе рассчитываем рамно-стержневой каркас на общее нагружение в виде постоянной нагрузки и внешнее воздействие в качестве внезапного отказа колонн каждого этажа и рассматриваем новое положение усилий в конструктивной системе.

Как видно на эпюре моментов (рис.1) в ригелях на опорах, примыкающих колоннам каждого этажа, не только изменились, но и поменяли знаки. При вторичной схеме расчета максимальные расчетные моменты возникают в верхнем этаже уменьшаясь к нижнему. При суммарном воздействии вторичного нагружения мы наблюдаем максимальные моменты в середине пролета первого этажа и изменения направления знака при опорной зоне первого этажа. Значения моментов также уменьшается к верхнему этажу.

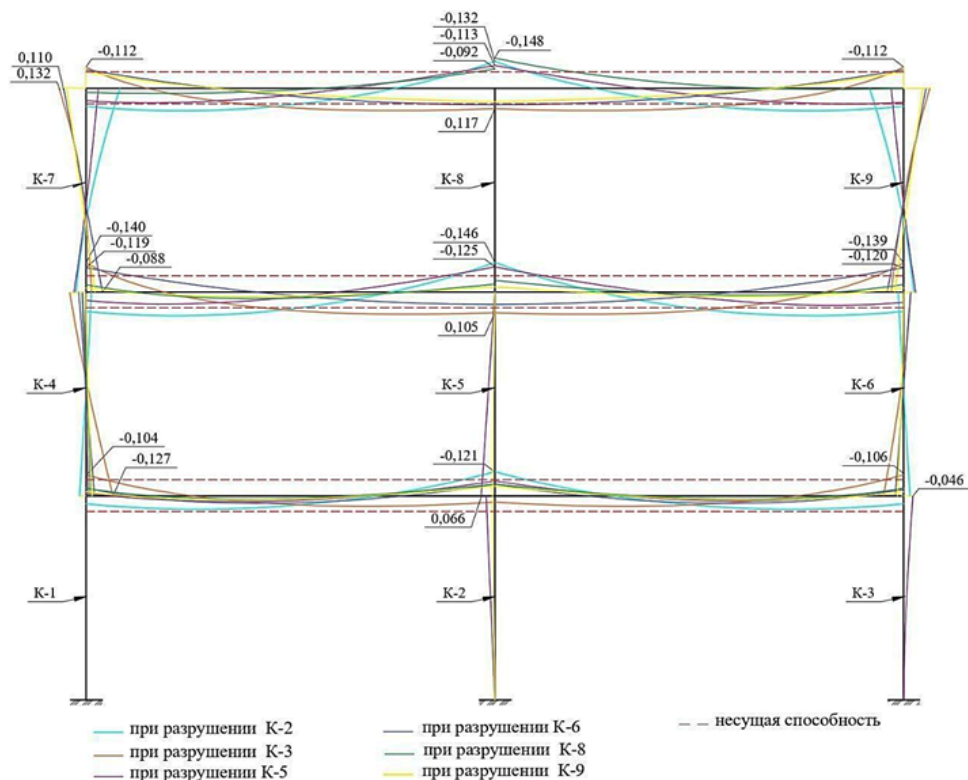


Рис. 1. Огибающие эпюры M_y (Т·м)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика определения численного моделирования железобетонного каркаса при аварийном воздействии, как двухэтапный расчет напряженно-деформированного состояния элементов. При переходе от первичной к вторичной расчетной схемы, проявляются основные качественные изменения напряженно-деформированного состояния [4,5]. В особенности мы видим, что при разрушении колонн на первом этаже усилия превышают несущую способность в 1,5 раза, максимальные значения огибающих эпюр видны на втором этаже. Из чего можно сделать вывод, что наиболее опасный участок разрушения - это несущие элементы первого этажа. Для уменьшения значения влияния прогрессирующего обрушения необходимо усиление несущих конструкций здания. В при опорных участках стоит выполнять усиления верхней зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Верюжский Ю.В., Голышев А.Б., Колчунов В.И., Ключева Н.В., Лисицин Б.М., Машков И.Л., Яковенко И.А., Справочное пособие по строительной механике. В двух томах. Том I. Учебное пособие. М.: Издательство АСВ, 2014.-640 с.
2. Колчунов В.И., Ключева Н.В., Андросова Н.Б. Бухтиярова А.С. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях. – М.: АСВ, 2014. – 208-с.
3. Гениев Г.А., Колчунов В.И., Ключева Н.В., Никулин А.И., Пятикрестовский К.П. Прочность и декоративность железобетонных конструкций при запроектных воздействиях. М.: АСВ, 2004. 216 с.
4. Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Ключева Н.В., Горностаев С.И. Экспериментальные исследования декоративности железобетонных конструкций составного сечения // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2008. №1 с.54-60.
5. Бондаренко В.М., Колчунов В.И. Концепция и направления развития теории конструктивной безопасности зданий и сооружений при силовых и средовых воздействиях // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 2. С.28-31.

ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ С УСИЛЕННЫМИ УЗЛОВЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Мальцев Д.О., студент 2 курса группы С-м-о-201 института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры СК, к.т.н., доцент

Аннотация

Усиление строительных конструкций – важная часть проектирования зданий. От этого зависит не только долговечность конструкций, но и безопасность жизни людей. Все виды усиления направлены на предотвращение преждевременного разрушения. Соединения ригеля и колонны являются важнейшими элементами конструкции, поскольку они чаще подвергаются большому усилию сдвига. Землетрясения продемонстрировали, что соединения ригеля и колонны внесли большой вклад в разрушение или частичное разрушение железобетонных конструкций. Предметом данного исследования является прочность и деформативность монолитных железобетонных каркасов с усиленными узловыми соединениями. В данной работе мы рассмотрим некоторые способы усиления узлов и проанализируем их.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение надежности строительных конструкций всегда является актуальной темой. Разрушение здания или частичное разрушение чаще всего связано с многочисленными структурными дефектами, например: неправильные свойства материала, использование гладких арматурных стержней, отсутствие поперечной арматуры в местах соединения, недостаточную продольную и поперечную арматуру колонн. В настоящее время для защиты зданий от прогрессирующего разрушения известны предложения с использованием предварительного напряжения ригелей, изменение конструктивных решений несущей системы, использование косвенного армирования, применение фибробетона. Некоторые из них мы рассмотрим.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Усиление приопорных зон ригелей арматурой решетчатого типа.

Предполагается, что плитная железобетонная конструкция, включающая продольную и поперечную арматуру, будет усилена металлическими сетками, установленными во взаимно перпендикулярном направлении. К данным сеткам будут привариваться арматурные стержни, выступающие на длину анкеровки, которые в свою очередь соединятся с продольной арматурой колонн при помощи сварки.

Для проведения экспериментальных исследований были созданы модели в ПК ЛИРА с применением стержневого армирования решетчатого типа и без него (рис.1). Эталонный образец - железобетонный ригель без усиленного армирования. Расчет и анализ показывает, что в усиленном сечении возникают меньшие напряжения, это видно по изополям (рис.2). В модели эталонного ригеля максимальные напряжения $N_{x1} = 3,28 \cdot 10^3 \text{ Т/м}^2$.

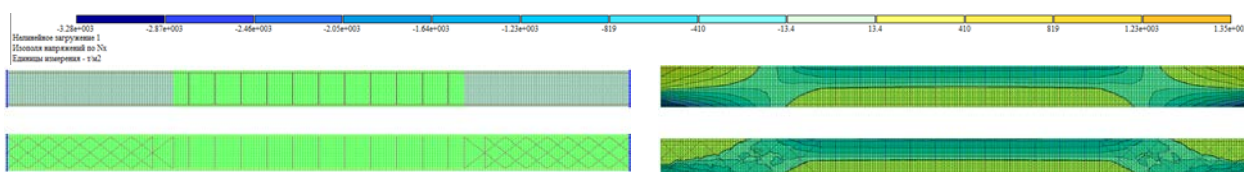


Рис. 1. Модель балки с применением стержневого армирования и без него



Рис. 2. Изополя напряжений N_x

В усиленном ригеле максимальные напряжения достигли значения $N_{x2}=2,1 \cdot 10^3 \text{ т/м}^2$. Разница между результатами 56% в пользу усиленного сечения. Сравним перемещения по оси Z в обоих сечениях (рис.3): в эталонном получили $f_{z1}=9,07 \text{ мм}$, в усиленном решетчатой арматурой — $f_{z2}=13,50 \text{ мм}$. Прогиб в усиленной балки на 49% больше. На рис.4 показаны изополя трещин в обоих сечениях.

В эталонном образце образовались трещины размером 0,126 мм, а в усиленном сечении при тех же условиях трещины не наблюдаются.

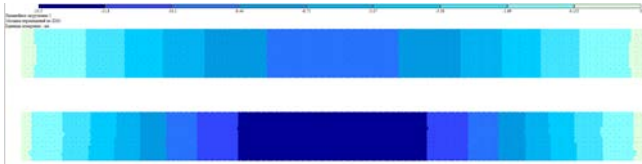


Рис. 3. Мозаика перемещений по оси Z

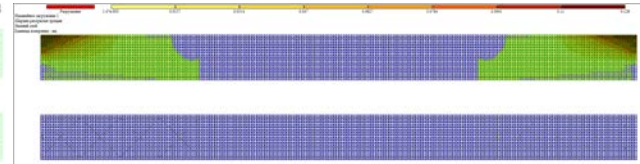


Рис. 4. Мозаика ширины раскрытия трещин

2. Применение преднапряженных ригелей.

Помимо рекомендаций по защите многоэтажных каркасов (СП 385.1325800.2018) [1], можно отметить одно из конструктивных мероприятий. В данном изобретении [2] устанавливается предварительно напряженная арматура в верхней и нижней части по высоте сечения ригеля через два и более пролетов здания по всей длине и закрепляется на траверсы, опирающиеся на колонны. Использование такого узла (рис.5, рис.6) обеспечивает высокую пространственную жесткость железобетонного каркаса, его геометрическую неизменяемость и исключает образование локальной схемы обрушения над любой из удаляемых колонн первого этажа.

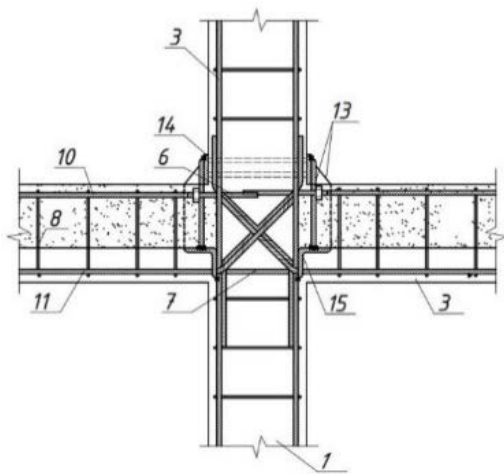


Рис. 5. Усиленный узел сопряжения ригеля и колонны (вид сбоку)

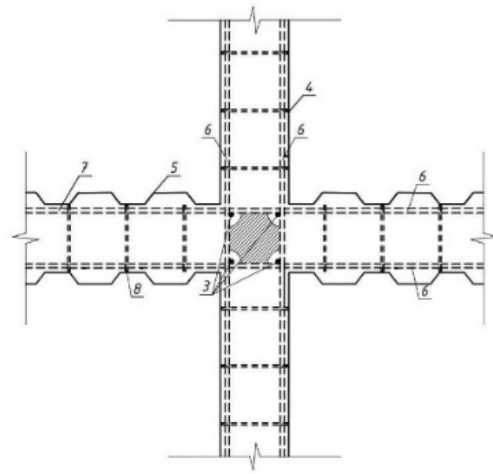


Рис. 6. Усиленный узел сопряжения ригеля и колонны (вид сверху)

Примечание к рисункам:

3 – продольные арматурные стержни колонны; 6,7 – выпуски продольной предварительно напряженной арматуры; 8 – выпуски поперечной арматуры; 10,11 – ненапряженные арматурные стержни; 13 – траверсы; 14,15 – закладные детали.

3. Соединения балки и колонны с применением высокоэффективного цементного композита, армированного стальным и пропиленовым волокном.

Использование фибробетона - эффективный метод, применяемый для уменьшения или контроля растрескивания бетона. Добавление волокон улучшает механические

характеристики бетона, а использование стальных волокон повышает его прочность на изгиб и на сдвиг, а также рассеивает больше энергии [4].

Эксперимент выявил [5], что образцы с высокоэффективным цементным композитом армированным гибридным волокном (1,5% полипропилена + 2% стальных волокон с крючковатым концом) были впечатляющими с точки зрения прочности, пластичности и способности к деформации. Несмотря на использование улучшенного материала, разрушения в улучшенном узле были такими же (рис.8), как и в контрольном образце, который демонстрировал разрушение при сдвиге. Следовательно, хомуты в соединениях не могут быть удалены в стыках балки и колонны, даже если в области соединений используется фибробетон (рис.7).

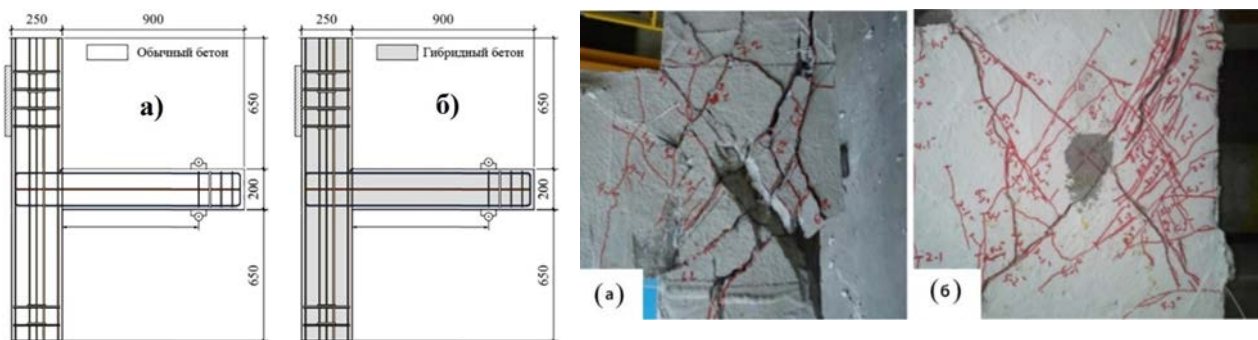


Рис. 7, 8. (а) Образец с обычным бетоном; (б) образец с усиленным бетоном

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение решетчатого армирования показало отсутствие наклонных трещин в раме, что объясняется увеличением восприятия поперечной силы данным сечением.

Применение смешанного армирования в ригелях и перекрестно отгибаемых ненапряженных арматурных стержней из верхней и нижней частей ригелей улучшает пространственную жесткость и геометрическую неизменяемость.

В ходе испытания усиленного узлового соединения с использованием высокоэффективного цементного композита в области стыков балки и колонны, выяснилось, что улучшились сейсмические характеристики и изменился характер разрушения - от разрушения при сдвиге до разрушения при изгибе.

Эти результаты могут быть использованы при разработке способов защиты железобетонных каркасов многоэтажных зданий от прогрессирующего обрушения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения (Изменение №1)».
2. *Ильющенко Т.А, Ву Нгок Туен, Фан Динь Гуок.* Сборно-монолитный железобетонный каркас многоэтажного здания // Патент № 2755669 от 20.09.2021.
3. *G.J. Parra-Montesinos, S.W. Peterfreund, S.H. Chao,* Highly damage-tolerant beam-column joints through use of high-performance fiber-reinforced cement composites, *Am. Concr. Inst.* 102 (3) (2005) 487–495, <https://doi.org/10.14359/14421>.
4. *S.H. Kang, T.H. Ahn, D.J. Kim,* Effect of grain size on the mechanical properties and crack formation of HPFRCC containing deformed steel fibers, *Cem. Concr. Res.* 42 (5) (2012) 710–720, <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2012.02.011>.
5. *W. Nadir, A.Y. Ali, M.M.A. Kadhim,* Structural behavior of hybrid reinforced concrete beam-column joints under cyclic load: State of the art review, *Case Studies in Construction Materials* (2021) 16-19, <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00707>.

ХРУПКО-ПЛАСТИЧЕСКОЕ РАЗРУШЕНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ ЗДАНИЙ ПРИ АВАРИЙНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Спекторов Т.О., студент 2 курса группы С-м-о-201 института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Научный руководитель – Кореньков П.А., доцент кафедры СК, к.т.н., доцент

Аннотация

Задача обеспечения безопасности зданий и сооружений всегда была и остается актуальной. В связи с развитием строительной отрасли, аварии на объектах капитального строительства забирают жизни всё большего количества людей и ведут к экономическим потерям. Исследование хрупко-пластического обрушения конструкций является несомненно важной задачей при аварийном воздействии. Опасность хрупкого разрушения в том, что оно происходит внезапно и несет за собой опасные последствия.

ВВЕДЕНИЕ

В случае, когда количество растянутой арматуры в железобетонном сечении балки большое, ее разрушение происходит за счет раздавливания бетона сжатой зоны притом, что напряжения в арматуре не достигают предела текучести. Такое разрушение происходит мгновенно хрупко. В этом случае сечение элемента называют переармированным.

В исследованиях [1-5], доказывається, что нельзя увеличивать площадь арматуры в растянутой зоне нормального сечения элемента неограниченно в целях повышения несущей способности, поскольку разрушение происходит по бетону, то есть до того, как арматура достигнет своего предела текучести.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В процессе расчета принято железобетонное сечение изгибаемого элемента с размерами 50x100мм. В результате было определено, что при применении арматуры растянутой зоны площадью более чем $A_s=0,96\text{см}^2$ в принятом сечении, арматура не сможет достигнуть своего предела текучести и разрушение произойдет по бетону – то есть хрупко. Тогда можно сделать вывод, что разрушение в изгибаемом элементе с сечением 50x100мм с арматурой в растянутой зоне диаметром 12мм и выше произойдет хрупко.

При помощи расчетно-программного комплекса ЛИРА-САПР была составлена расчетная модель трехэтажной рамы с сечением изгибаемых элементов – ригелей (50x100мм), в которых площадь арматуры растянутой зоны принята выше посчитанного граничного предела A_s , что гарантирует хрупкое разрушение. В первом случае была проанализирована эпюра моментов рамы, нагруженной собственным весом и полезной нагрузкой, приложенной в качестве двух сосредоточенных сил, в каждом пролете рамы. Во втором случае смоделирована аварийная ситуация, когда одна из колонн выключается из работы. А в третьем - в месте, где возникают критические усилия добавлен шарнир, наличие которого сигнализирует о том, что началось разрушение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хрупкое разрушение изгибаемого элемента наступает, когда напряжение в сжатой зоне бетона достигает своих предельных значений раньше, чем напряжения в растянутой арматуре достигнет своего предела. На примере железобетонной изгибаемой балки мы определили, что при сечении элемента 50x100мм, применение арматуры диаметром 12мм и выше означает, что арматура не сможет достигнуть своего предела текучести, поскольку разрушение произойдет раньше – по бетону, и будет хрупким. Таким образом, становится понятно, что нельзя увеличивать площадь арматуры в растянутой зоне нормального сечения элемента неограниченно в целях повышения несущей способности.

Проанализировав эпюры моментов испытываемой рамы, сечение ригелей которой было задано исходя из расчетов как переармированное, мы видим, что в критических местах приопорных сечений после выключения колонны из работы, значения моментов в левом и правом рядах колонн увеличиваются со значений 0,3-0,6Кн до значений 3-4Кн, а в сечениях над включенной колонной - с 0,3-1Кн до 2-3 Кн, притом, меняя знак на противоположный. После добавления шарнира, который моделирует начало разрушения при выключенной колонне, значения моментов на эпюрах верхних этажей увеличивается от 5 до 100 процентов, а значения моментов на первом этаже в середине меняет знак на противоположный.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкурупий А. А. Влияние процента армирования и класса бетона на прочность железобетонных элементов / А.А. Шкурупий, П.Б. Митрофанов // Современные технологии, материалы и конструкции в строительстве. – 2010. – № 2(9). – С. 15-22.

2. Митрофанов В.П., Павликов А.М., Митрофанов Б.П., Шкурупий А.А. Про граничную деформацию сжатой зоны бетона в нормальном сечении железобетонных элементов // Сборник научных работ. Серия „Отраслевое машиностроение, строительство”.

3. Дзюба В. А. Исследование пластических свойств железобетонных балок в предельной стадии / В.А. Дзюба, Е. В. Журавлева // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия: Материалы Международной научно-практической конференции, Комсомольск-на-Амуре, 16–17 декабря 2020 года / Редколлегия: О.Е. Сысоев (отв. ред.) [и др.]. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2020. – С. 192-194.

4. Маханов С.Н. К оценке максимального процента армирования изгибаемых железобетонных элементов / С. Н. Маханов, К. Т. Саканов // Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, Экибастуз, 29 мая 2020 года. – Экибастуз: Филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева" в г. Прокопьевске, 2020. – С. 546-550.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКой ИЗ ЯЧЕЙСТЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Умеров Р.И., студент 4 курса, группы ПГС-183 института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»

Научный руководитель – Кореньков П. А., доцент кафедры СК, к.т.н., доцент

Аннотация

В статье затрагивается тема о преимуществах железобетонных перемычек с несъемной опалубкой из ячеистых бетонов перед перемычками из железобетона. В настоящей статье рассматриваются особенности напряженно-деформированного состояния перемычечных и распределительных блоков рассматриваемой конструкции при увеличении площади продольного армирования. Показана область рационального применения данных блоков, где в качестве критерия выступает требования второй группы предельных состояний.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время оконные и дверные перемычки из железобетона пользуются большой популярностью, однако «популярное» не значит «лучшее». На изготовление железобетонной перемычки уходит много времени, сил и средств, а об аналогах данному материалу мало кому известно. Для решения данной задачи могут быть использованы перемычки из газобетонных блоков, позволяющие удовлетворить все вышеперечисленные потребности. Были проанализированы и сравнены затраты на оба вида перемычек. Анализ рассмотренных данных позволяет отметить, что построение перемычек из газобетона гораздо эффективнее и дешевле по сравнению с железобетонной перемычкой. Мы провели анализ поведения перемычки из газобетонного блока с использованием различной арматуры, различных параметров блоков.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассматривается перемычка из газобетонного блока U-образной формы. На перемычку собрана постоянная нагрузка. Изменяться будет лишь диаметр арматуры.

Перемычки состоят из газобетона марки D500. Железобетонный сердечник выполнен из бетона класса B20, арматура класса A500 вдоль всего пролета. Защитный слой принят 20 мм. Хомуты для каркаса приняты $\varnothing 6$ A240 с шагом 250 мм. Нагрузка на перемычку принята из расчета 16,6 кН/м. Для рассмотрения возьмем три габарита блока 300x250x600. Представлены сечения поперечное (Рис.1) и продольное (Рис. 2).

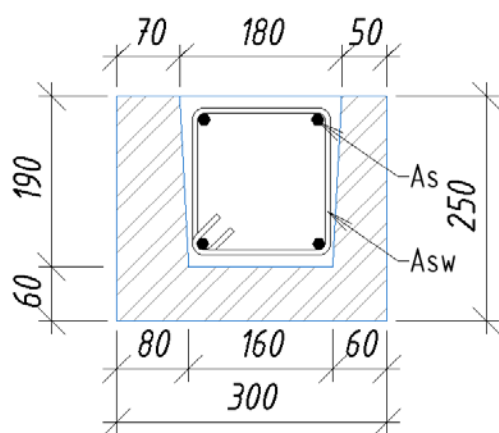


Рис. 1. Поперечное сечение перемычки

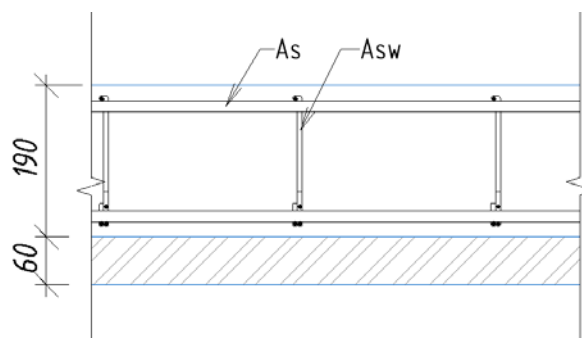


Рис. 2. Продольное сечение перемычки

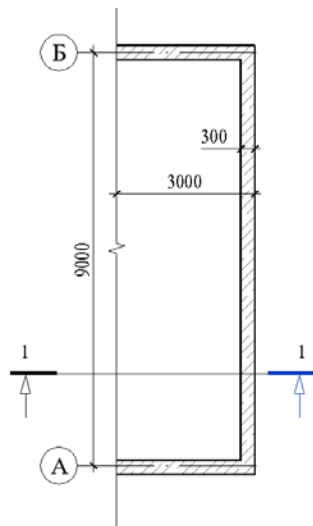


Рис. 3. План этажа

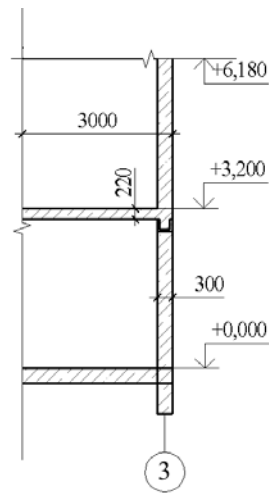


Рис. 4. Разрез 1-1

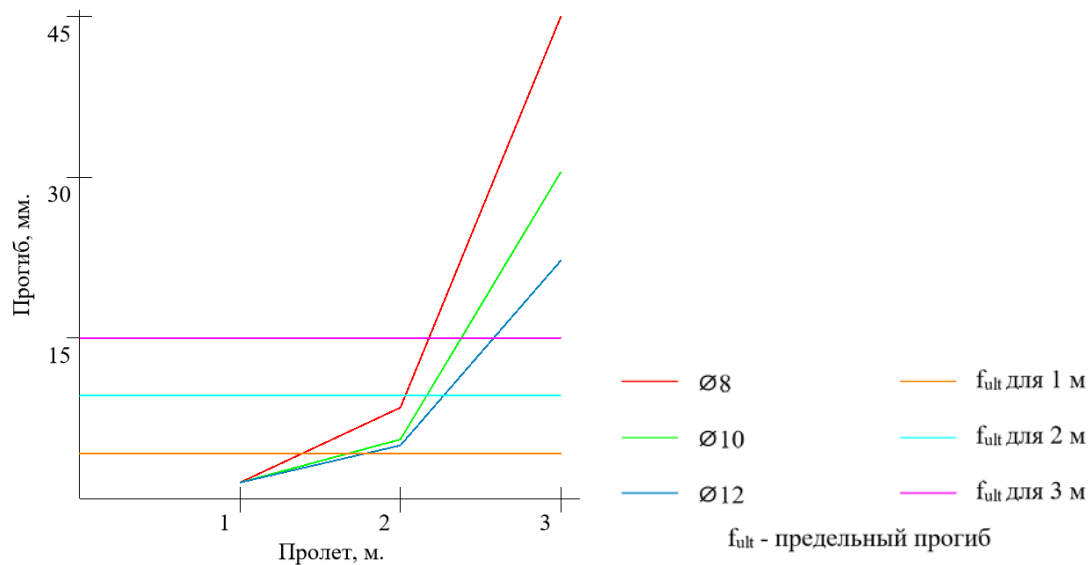


Рис. 5. Эпюра прогибов армопояса

Табл. 1. Прогибы армопояса в зависимости от пролета и арматуры

№ п/п	Диаметр арматуры			Предельный допустимый прогиб
	Ø8	Ø10	Ø12	
Пролет, м.	1	0,5569	0,5299	0,5
	2	8,07	5,67	4,21
	3	45,7679	31,77	23,33

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ рассмотренных данных позволяет отметить, что при имеющихся габаритах ячеистого бетонного блока U-образной формы максимальный пролет пояса, перемычки равен двум метрам. Пролеты с большими значениями не проходят проверку ни по первому, ни по второму предельному состоянию.

Предельный прогиб для перемычки при армировании арматурой от 8 мм до 18 мм всегда превышает $1/200 l_0$ при расчетной длине более 2 метров, что объясняется одинаковой рабочей

высотой сечения. Использование в качестве рабочей арматуры диаметра более 8 мм ведет к удорожанию строительства без увеличения жесткости конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулейманова Л.А. Высококачественные энергосберегающие и конкурентоспособные строительные материалы, изделия и конструкции // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова 2017 № 1. Стр. 9-16.

2. Крамаренко А.В. Сравнительный анализ теплотехнических характеристик керамзитобетонных блоков со строительными изделиями аналогично назначения / А.В. Крамаренко, Н.М. Калиниченко, Я.А. Миронова // Инновации и инвестиции. – 2018 - № 4 – С. 318-320

3. Малинин Д.Г. Неавтоклавные газобетоны повышенной трещиностойкости с низким водотвердым отношением / Малинин Д.Г. // ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» - 2019 г. - С. 141-145

4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*

5. СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры».

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ МАТЕРИАЛОВ В РЕБРИСТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТАХ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ШИРИНЕ СЕЧЕНИЯ

*Черняк А.В., студентка 4 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Кузнецов В.С., профессор кафедры АСП, к.т.н., доцент*

Аннотация

Рассмотрены вопросы оптимизации ребристых железобетонных плит на основе анализа ценовых показателей строительных материалов с учетом требования предельных состояний первой группы. Представлены аналитические и графические материалы, выявляющие связь геометрических размеров с прочностью и стоимостью арматуры и бетона. Проведенное исследование экономической эффективности сборных ребристых плит с учетом текущих стоимостных показателей материалов подтверждает целесообразность его применения при разработке плит перекрытий. Сформулированы предложения, позволяющие получение изгибаемых элементов минимальной стоимости и соответствующих требованиям прочности и надежности.

ВВЕДЕНИЕ

Расходы бетона и арматуры на 1м², или полностью на изделие определяются требованиями прочности и жесткости. Однако, себестоимость элемента зависит не только от количественного расхода бетона и арматуры, но и от рыночной цены материалов. Стоимость бетона определяется объемом в изделии, применяемыми инертными материалами, ценами и т.д. Стоимость арматуры зависит от количества, класса, марки стали, диаметра и сложившихся цен на данный период.

Изучение распределения материалов в изгибаемых железобетонных элементах с целью снижения их стоимости являются актуальными, как с научной точки зрения, так и в практическом применении [1,2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В качестве расчетной модели приняты ребристые плиты с опорными поперечными ребрами (рис.1). Бетон В25, напрягаемая арматура А800, ненапрягаемая А240 и В500. Расчетная нагрузка $q = 15$ кН/м². Конструктивная длина $l = 6,2$ м, расчетный пролет $l_0 = 6,0$ м, толщина полки 5 см. Ширина плиты $b = (1,25-2,5)$ м.

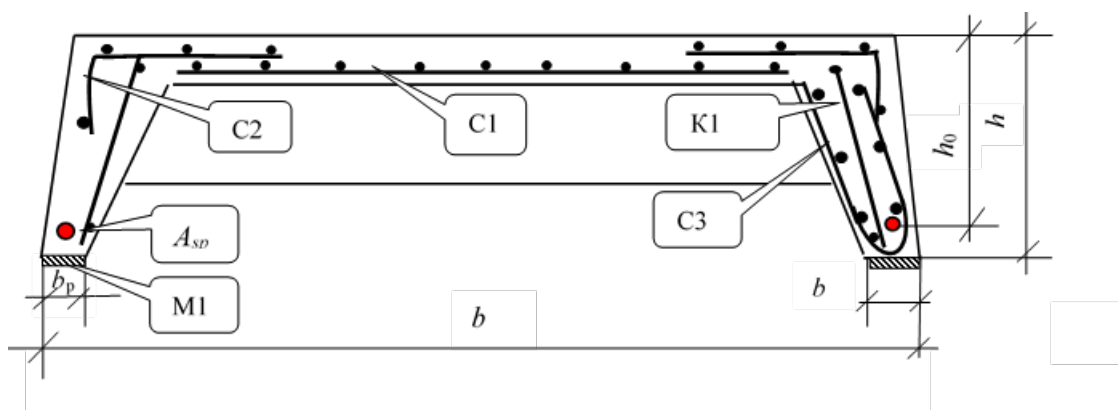


Рис. 1. Основные размеры и армирование плиты

Стоимость плиты состоит из затрат на бетон и арматуру, формула (1).

$$C = C_b + C_a \quad (1)$$

Стоимость бетона C_b определялась объемом изделия V_b и среднестатистической ценой $1\text{ м}^3 C_b$, по данным, портала «MaksiOma» (формула 2).

$$C_b = C_b V_b \quad (2)$$

Стоимость арматуры определялась ее весом на арматурные каркасы и сетки и среднестатистической ценой 1 т , (портал «Metal100.ru») (формула 3).

$$C_s = \sum C_{si} = C_{s1} + C_{s2} + \dots + C_{s10} \quad (3)$$

где (C_{sp}) – стоимость напрягаемой арматуры;
 (C_{s1}) и (C_{s2}) – стоимость каркаса К1;
 (C_{s3}) и (C_{s4}) – стоимость каркаса К2;
 (C_{s5}) и (C_{s6}) – стоимость сетки С1;
 (C_{s6}) и (C_{s7}) – стоимость сетки С2;
 (C_{s8}) и (C_{s9}) – стоимость сетки С3;
 (C_{s10}) – стоимость опорных закладных деталей.

Потребность продольной арматуры определялась прочностными расчетами нормальных сечений. Для продольных ребер расчетная схема-шарнирно опертая балка, таврового сечения, нагруженная нагрузкой q . Площадь продольной арматуры определялась при $\xi \leq \xi_R$, с учетом работы высокопрочной арматуры выше условного предела текучести $\sigma_{0,2}$.

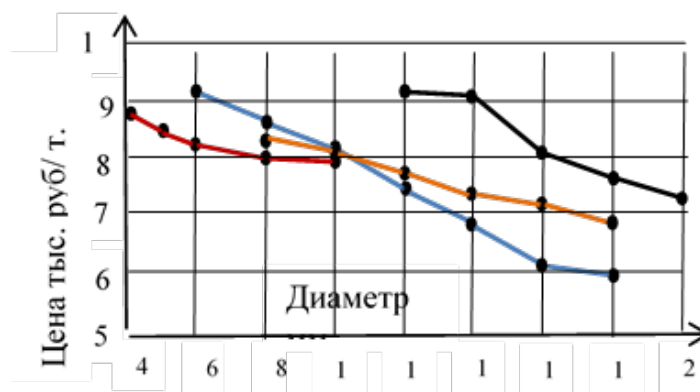


Рис. 2. Среднестатистическая цена арматуры в зависимости от диаметра на ноябрь 2021 г.

Расход поперечной арматуры определялся с учетом конструктивных требований и обеспечением прочности наклонных сечений путем подбора диаметра вертикальных стержней и класса арматуры [3-5].

Результаты исследования выявили значительный размах цен на арматуру и глобальное увеличение цен на все виды продукции (рис.2). Рост цен на отдельные виды арматуры в течении шести месяцев достигал двукратных значений. Среднестатистическая цена бетона, менее вариативна по времени.

Содержание стоимости арматуры и бетона в общей сумме цены изделия представлено на рисунке 3. При увеличении ширины плиты стоимость арматуры опережает прирост стоимости бетона. Так при стандартной высоте плиты 280 мм и нагрузке 1500 кгс/м^2 суммарная стоимость арматуры на 1 м^2 возросла с 850 до 1420 рублей, т.е., почти в 1,7 раза при одновременном увеличении площади в 2 раза.

Очевидно, снижение общей стоимости плиты реализуется, в первую очередь, через уменьшение доли стоимости напрягаемой арматуры, путем применения высокопрочных арматурных сталей.

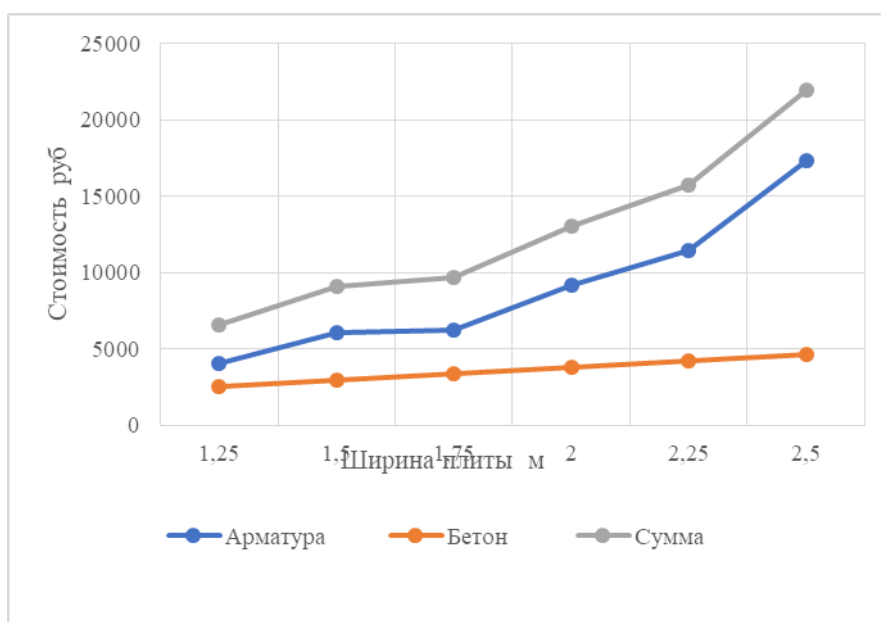


Рис. 3. Структура стоимости материалов в рублях

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Установлена корреляционная динамическая связь цены арматуры различных классов с ее диаметром, видом поставок и востребованностью производством, что расширяет возможности выбора диаметров и классов арматуры на стадии проектирования для реализации конструкции меньшей стоимости.

Результаты работы позволяют оптимизировать выбор геометрических размеров ребристых плит, видов арматуры и применяемых диаметров, с целью снижения стоимости изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Г.Е., Найденова Н.С., Невмятуллина Х.А. Техническое регулирование в области строительных материалов/ Экономика строительства/ 2017, №2, стр.68-75.
2. Кузнецов В.С. Шапошникова Ю.А. //Структура содержания и стоимости материалов в изгибаемом железобетонном элементе при переменной высоте сечения//. «Springer, Cham». Конференция «Международная научная конференция по инновациям и технологиям в строительстве (BUILDINTECH BIT 2021): Инновации и технологии в строительстве».
3. Будожкина К.А, Кузнецов В.С., Шапошникова Ю.А. Анализ работы комбинированных балок в широком диапазоне нагрузок// Инженерный вестник Дона, 2018, № 2.
4. Кузнецов В.С., Шапошникова Ю.А. Прочность преднапряженного монолитного без балочного перекрытия в стадиях изготовления и разрушения. Системные технологии. С. 85-92. 2016. №1/18.
5. Залесов А.С. «Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям». М. Стройиздат, 1988.

ПОТЕРИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Потехин Н.И., студент 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Серёгин Н.Г., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

Аннотация

Прекрасные физико-механические свойства древесины успешно зарекомендовали себя в строительных конструкциях. Важно знать потери древесины при производстве деревянных строительных конструкций. Потери древесины рассмотрены на всём протяжении процесса деревообработки от лесопиления до получения чистовой клеёной заготовки. Результатом исследований стала оценка потерь древесины на примере клеёного оконного бруса и обоснование выбора вида основного исходного материала: круглого леса или обрезных пиломатериалов.

ВВЕДЕНИЕ

История применения древесины в качестве строительных конструкций имеет многовековую историю. В России деревянные строительные конструкции получили широкое распространение благодаря огромным объемам лесных ресурсов.

Кроме того, древесина имеет одну отличительную особенность- она является единственным материалом, который восстанавливается на поверхности земли благодаря энергии Солнца.

Широкое применение древесины в качестве материала для производства строительных конструкций обуславливается рядом её положительных свойств, таких как:

- небольшая средняя плотность при достаточно высокой прочности;
- технологичность изготовления конструкций различных габаритов и очертаний;
- высокая заводская готовность конструкций;
- малые энергозатраты на обработку древесины и изготовление конструкций
- простота сборки и обработки конструкций на строительной площадке;
- невысокие расходы при транспортировке и монтаже конструкций;
- восстановление сырьевой базы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Потери древесины рассмотрены автором настоящей научной статьи на всём протяжении процесса деревообработки от лесопиления до получения чистовой клеёной заготовки.

Технологический процесс производства оконного бруса рассмотрен от распиловки круглого леса до пиломатериалов на нижнем складе леспромхоза и до получения оконного бруса в цехе производства оконного бруса деревообрабатывающего предприятия.

На нижнем складе леспромхоза круглый лес первоначально распускают на двухкантный брус и необрезные пиломатериалы. Затем двухкантный брус распиливают на обрезные пиломатериалы, а у необрезных пиломатериалов спиливают боковые края и получают из них обрезные пиломатериалы.

В цех производства оконного бруса деревообрабатывающего предприятия поступают обрезные пиломатериалы, которые перед механической обработкой сушат в сушильных камерах. Высушенные до относительной влажности 12 – 15%, пиломатериалы поступают на участок продольной распиловки, где пиломатериалы распиливают на заданную ширину. Затем на участке оптимизации раскроя происходит их торцовка и удаление древесины, поражённой естественными пороками. Нарезанные стопки коротких заготовок на автоматической линии сращивания склеивают по длине в однослойную клеёную заготовку длиной 6 метров, называемую ламелью. Из полученных ламелей, на прессах склеивают заготовки оконного бруса в виде многослойных клеёных заготовок, которые затем обрабатывают до заданного сечения 84x86 мм на четырёхстороннем продольно-фрезерном станке.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка потерь древесины при производстве оконных блоков выполнена обратным расчётом от объёма готовой продукции к объёму исходного материала.

В результате произведенных расчетов были получены следующие данные:

- чистый объём годовой программы производства клеёного оконного бруса шириной 84 мм и толщиной 86 мм составляет 5 242,8209 м³;
- объём годовой программы изготовления ламелей толщиной 35 мм и шириной 92 мм составляет 7 010,8164 м³;
- годовой объём переработки коротких заготовок обрезных пиломатериалов длиной в среднем 350 мм и шириной 95 мм на автоматической линии сращивания составляет 7 620,84 м³;
- годовая потребность в пиломатериалах для вырезки дефектных мест на участке оптимизации раскроя с целью обеспечения заданной производственной программы составляет 8 965,6207 м³;
- необходимый годовой объём древесины для камерной сушки — 9 234,2728 м³;
- для распиловки двухкантного бруса на обрезные пиломатериалы — 12 312,4093 м³;
- для распиловки круглого леса на двухкантный брус и необрезные пиломатериалы — 20 520,2805 м³.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы.

В процессе обработки древесины на лесопильном заводе нижнего склада леспромхоза её потери составляют 55%. На дальнейшую обработку в цех производства оконного бруса поступает только 45% от привезённого с лесной делянки круглого леса. Этот вывод незначительно отличается от утверждения в научной статье Рукомойникова К.П. [6] о том, что статистические показатели переработки древесины свидетельствуют о 50% потерь перерабатываемой древесины в отходы.

Выход готовой продукции составляет только 25,5% от привезённого с лесной делянки круглого леса, то есть, 74,5% исходной древесины не пригодны для производства деревянного клеёного оконного бруса.

Рассматривая исходным материалом для цеха производства оконного бруса не круглый лес, а обрезные пиломатериалы, можно рассчитывать на 56,8% полезного выхода готовой и только на 43,2% потерь древесины.

Оценивая поставленную задачу с технологической точки зрения, можно считать, что целесообразно для производства деревянного клеёного оконного бруса исходным материалом рассматривать не круглый лес, а обрезные пиломатериалы.

Подводя итог, подчеркнем, что в представленной научной статье задача организации производства деревянного клеёного оконного бруса рассмотрена с технологической точки зрения. Предпринимателям, которые планируют организовать производство деревянных оконных блоков представленные расчёты следует дополнить экономическими показателями. Следует произвести технико-экономический расчёт, который и станет основой обоснованного и взвешенного решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гиясов Б.И.* Конструкции из древесины и пластмасс: учебник / Гиясов Б.И., Запруднов В.И., Стриженко В.В., Серегин Н.Г. — М.: Издательство АСВ, 2017 — 582 с.
2. *Серегин Н.Г., Гиясов Б.И.* Методика расчета производства клееного оконного бруса для строительных конструкций // Вестник МГСУ. 2017. Т. 12. Вып. 2 (101). С. 157–164. DOI: 10.22227/1997-0935.2017.2.157-164.
3. *Агапов А.И.* Алгоритм решения задачи оптимизации раскроя пиловочника средних и больших размеров брусом-развальным способом // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2016. Т. 20. № 3. С. 4–9.

4. *Агеев С.П., Мелехов В.И., Рыкунин С.Н.* Вероятностное моделирование процесса производства пилопродукции // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2015. Т. 19. № 2. С. 89–95.

5. *Иванкин И.И.* Программа для расчёта поставок и выходов пилопродукции // Известия высших учебных заведений — Лесной журнал. — 2004. №3. С. 72-76.

6. *Рукомойников К.П.* Обоснование математической модели продольного раскроя лесоматериалов / Рукомойников К.П., Стрельчук В.С., Виноградов П.Н. // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. 2014. Т. 18. № 2-3. С. 151–156.

ОПТИМАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОГНЕСТОЙКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Корнилова Н.В., студентка 4 курса, 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Бунов А.А., доцент кафедры АСП, к.т.н.*

Аннотация

Рассмотрены методики подбора и определения оптимального варианта огнезащиты стальных конструкций с помощью различных видов облицовок. Решение поставленной задачи получено аналитическим и численным методами. Численное решение выполнено в ПК Лира 10.12 в системе «ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ» во временной области. Приведены графики и мозаики распределения температурных воздействий по толщине облицовки. Аналитическое решение выполнено с помощью использования формул и номограмм, приведенных в СТО АРСС 1 1251254.001-018-03 «Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций с применением различных типов облицовок». Произведен анализ и сравнение полученных результатов.

ВВЕДЕНИЕ

Помимо стандартных условий работы конструкций на эксплуатационную нагрузку, здания могут подвергаться аварийным воздействиям, в том числе взрывы и пожары, которые создают среду высоких температур. Критические температуры, при которых стальные конструкции теряют несущую способность, находятся в пределах от 400 до 650°C. Потеря несущей способности элементов каркаса может привести к обрушению здания и человеческим жертвам, поэтому обеспечение огнестойкости строительных конструкций является актуальной задачей.

В целях обеспечения требуемой надежности здания на восприятие температурных воздействий для элементов конструкций устанавливают пределы огнестойкости, - промежуток времени между началом огневого воздействия в условиях стандартных испытаний и наступлением нормированного предельного состояния испытываемой конструкции. Для обеспечения требуемого предела огнестойкости необходимо оптимально подбирать материалы огнезащиты (лаки, краски, различные виды облицовок) и их толщину.

Целью данной работы является разработка методики подбора оптимальной огнезащиты стальных конструкций с помощью численных методов на примере ПК Лира 10.12.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим подбор оптимальной огнезащиты в виде облицовки из листов ГКЛЮ толщиной 35 мм на примере металлической шарнирно-опертой балки, пролетом $l=12$ м. Сечение двутавр №45Б2 [1]. Двутавр изготовлен из стали С345 ($R_{yt}= 345$ Мпа). Нормативная нагрузка на балку $q_n = 15$ кН/м (рис. 1).

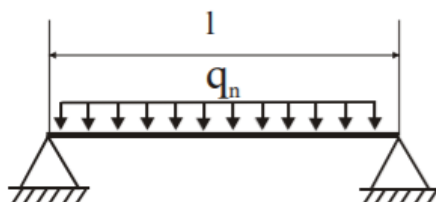


Рис. 1. Распределение нагрузки на балку

Приемлемый вариант огнезащитного покрытия и его толщины определим с помощью двух методов:

- аналитический метод [2];
- численный метод (ПК Лира 10.20).

Аналитический метод подбора огнезащитной облицовки для стальной балки состоит из нескольких этапов. Первоначально выполним прочностной расчет, с помощью которого определим критическую температуру исследуемой конструкции

Для изгибаемых элементов необходимо вычислить γ_T - температурный коэффициент снижения сопротивления стали (1):

$$\gamma_T = \frac{M_n}{W + R_{yn}}, \quad (1)$$

где M_n - максимальный изгибающий момент от нормативной нагрузки, $H \cdot м$;

R_{yn} - нормативное сопротивление стали по пределу текучести, $Па$;

W - момент сопротивления сечения, $м^3$;

Значение M_n зависит от схемы опирания конструкции и схемы приложения нагрузки.

Для случая равномерно нагруженной шарнирноопертой балки:

$$M_n = \frac{q_n \cdot l^2}{8} = \frac{15 \cdot 12^2}{8} = 270 \text{ кН} \cdot \text{м}, \quad (2)$$

$$\gamma_T = \frac{270 \cdot 10^3}{14,86 \cdot 10^{-4} + 345 \cdot 10^6} = 0,527.$$

По табл. 3 [2] определяем критическую температуру стержня t_{cr} :

$$t_{cr} = 520,38 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Далее определяем приведенную толщину металла (3):

$$\delta_{пр} = \frac{F}{\Pi} = \frac{9676}{1300} = 7,44 \text{ мм}, \quad (3)$$

С помощью номограмм [2] и зная критическую температуру определяем пределы огнестойкости τ_1 и τ_2 . Выбираем номограммы с ближайшими значениями критической температуры $t_{cr1} = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$ и $t_{cr2} = 550 \text{ } ^\circ\text{C}$ и для приведенной толщины металла находится два значения предела огнестойкости (рис. 2):

$$\tau_1 = 148 \text{ мин}; \tau_2 = 155,5 \text{ мин.}$$

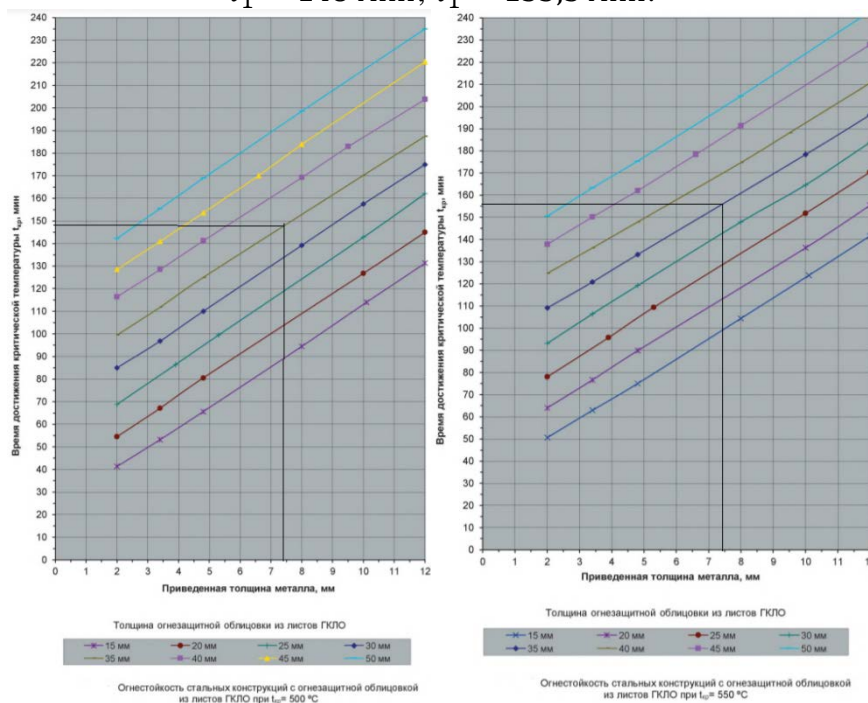


Рис. 2. Номограммы $t_{cr1} = 500 \text{ } ^\circ\text{C}$ и $t_{cr2} = 550 \text{ } ^\circ\text{C}$

Интерполируя данный отрезок, получаем значение предела огнестойкости при $t_{cr} = 520,38 \text{ } ^\circ\text{C}$:

$$\tau_1 = 151,08 \text{ мин.}$$

Численный метод реализован в ПК Лира 10.12 в системе «ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ» во временной области. Для решения задачи смоделируем КЭ-схему (рис.3).

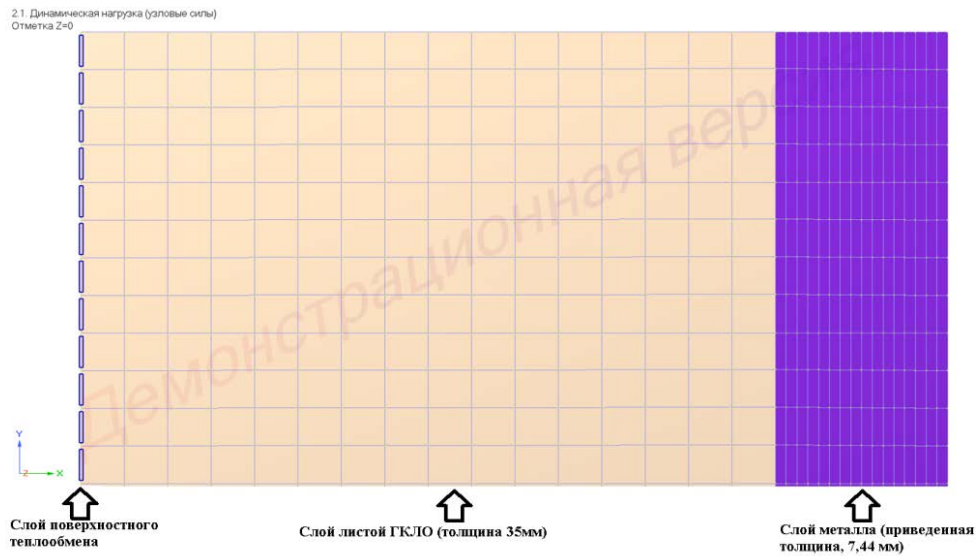


Рис. 3. КЭ-схема

Температурное воздействие задается на слой облицовки из ГКЛЮ через слой поверхностного теплообмена. Величина температурного воздействия (4) определяется в соответствии с [6], как для стандартного температурного режима:

$$T - T_0 = 345 \cdot \lg(8t + 1) \quad (4)$$

T – температура в печи, соответствующая времени t , °С;

T_0 – температура в печи до начала теплового воздействия, °С;

t – время, исчисляемое от начала испытания, мин.

График температурного воздействия представлен на рис.4.

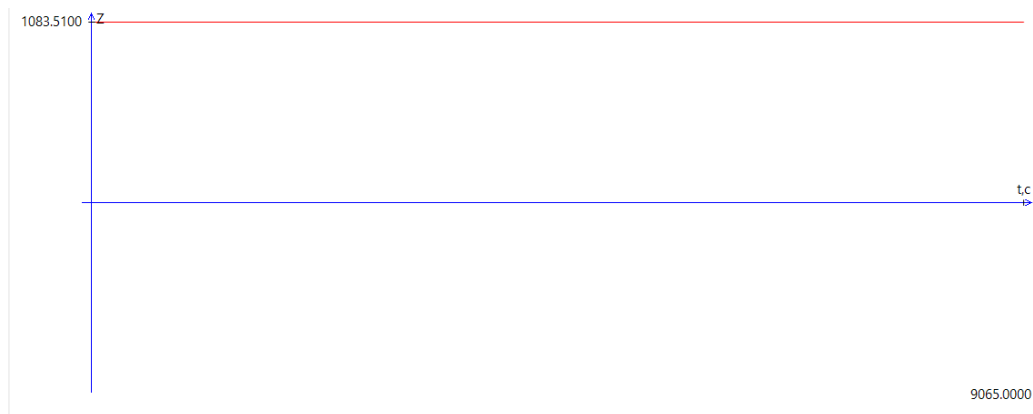


Рис. 4. График температурного воздействия

Результаты расчетов приведены ниже (рис. 5, 6).



Рис. 5. Мозаика температурного поля в элементах по толщине конструкции

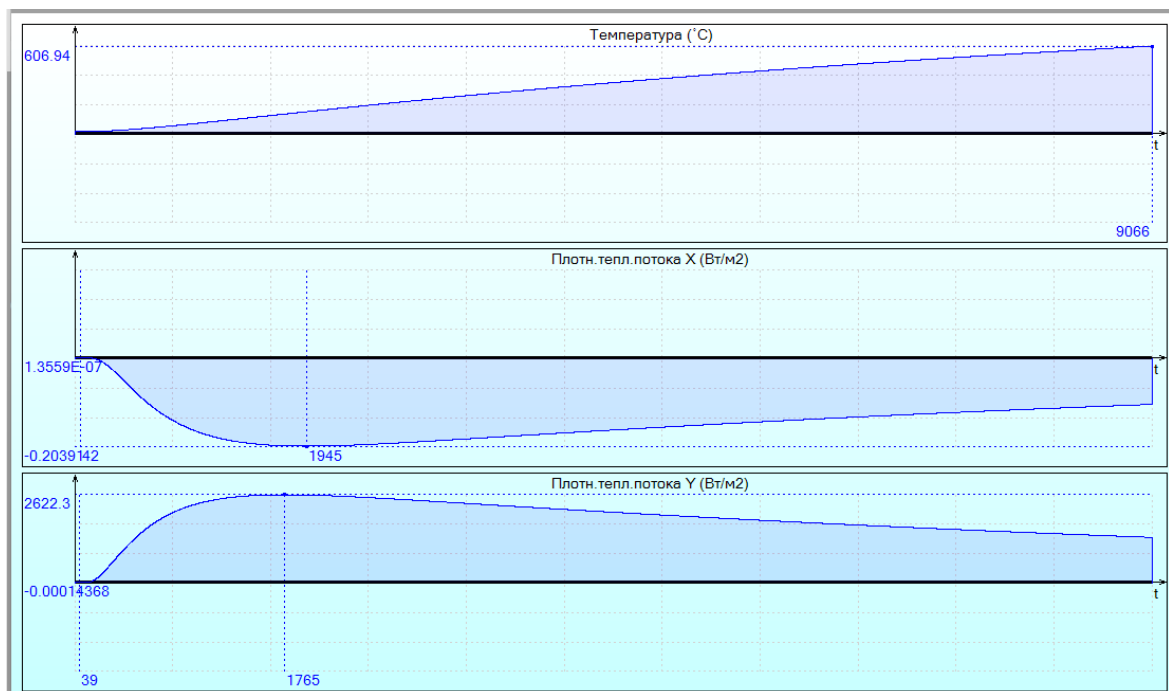


Рис. 6. Графики изменения температуры и температурных полей во времени

Согласно результатам численного расчета металл балки достиг температуры $t_{cr} = 520,38$ °C в момент времени 7470 сек, что равно 124,5 минутам.

Определим погрешность результатов, полученных в ПК Лира 10.12 по сравнению с аналитическим решением:

$$\Delta = \frac{(151,08 - 124,5)}{151,08} \cdot 100\% = 17,6\%$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований апробирована методика подбора оптимальной огнезащиты с помощью численных методов расчета.

При анализе результатов, полученных на примере стальной балки с облицовкой из ГКЛЮ, с использованием аналитического и численного методов расчета была получена

хорошая сходимость – 17,6%. Для более точных результатов расчетов необходимо знать больше информации о характере теплообмена и учитывать величину начальной температуры.

На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что использование численных методов позволяет оперативно и оптимально подбирать требуемую толщину огнезащиты для стальной конструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 57837-2017. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок;
2. СТО АРСС 1 1251254.001-018-03. Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций с применением различных типов облицовок;
3. СТО АРСС 11251254.001-016. Проектирование огнезащиты несущих стальных конструкций многоквартирных жилых зданий;
4. *Крикунов Г.Н., Зайцев А.М., Каинов Э.А.* Влияние температурного режима на огнестойкость металлических конструкций // Повышение надежности проектирования, возведения и эксплуатации инженерных сооружений. Экспресс-информация. Сер. "Специальные строительные работы" Москва, 1979. С. 4-11.
5. *Черкасов Е.Ю., Воронцова А.А., Митько А.В.* Огнестойкость стальных конструкций при воздействии стандартного и улеводородного режимов пожара // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2021. № 12 (120). С. 100-102.
6. ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные Методы испытаний на огнестойкость;
7. *Вахитова Л.Н., Калафат К.В.* Конструктивная огнезащита стальных каркасов зданий. Технические рекомендации для проектирования;
8. *Голованов В.И., Кузнецова Е.В.* Эффективные средства огнезащиты для стальных и железобетонных конструкций // Промышленное и гражданское строительство, 2015.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЭС В РФ С УЧЁТОМ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

*Панькин Р.В., студент 3 курса, 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Егоров Е. А., старший преподаватель кафедры АСП*

Аннотация

Современный мир ежедневно сталкивается с рядом социальных, экономических, политических, экологических и т.д. проблем. Некоторые из них часто влияют на здоровье человека и чистоту окружающего мира. Электроэнергетика давно стала ключевой потребностью общества, но часто она представляет собой «грязные» ТЭС и АЭС. В частности, это актуально для РФ, где наиболее финансово выгодно и законодательно проще реализация подобных электростанций. К сожалению, реализация ВЭС в России невозможна в больших объемах в связи с существующим законодательством. Действующие нормы усложняют скорость прохождения экспертизы и проектирования, а это влияет на экономическую целесообразность проектов.

ВВЕДЕНИЕ

Ветровая электростанция (ВЭС) — это несколько ВЭУ, собранных в одном или нескольких местах и объединённых в единую сеть. Крупные ветровые электростанции могут состоять из 100 и более ветрогенераторов. Иногда ветровые электростанции называют «ветряными парками». В РФ ВЭС практически не строят, в связи с низкой экономической целесообразностью таких проектов. Связано это с отсутствием подходящих норм для проектирования. Действующие нормы сильно усложняют процесс проектирования и экспертизы ВЭС, что увеличивает сроки и затраты на реализацию подобных объектов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ВЭС нового поколения активно строятся в экономически развитых странах Европы: Дания, Швеция, Норвегия, Германия и т.д. «Зелёная» энергия крайне популярна на западе, т.к. фактически она добывается из воздуха, а ВЭУ практически не влияют на экологию. Основным требованием к рентабельности возведения ВЭС является среднегодовая скорость ветра в районе, которая составляет не менее 4,5 м/с. Энергия ветра используется ещё с начала XX века, но в связи с ухудшением экологической обстановкой в мире её популярность растёт. В таблице 1 представлены данные о общем количестве электроэнергии системами ВЭС в различных странах Европы с 2008 г. по 2019 г.

Табл. 1. Общее количество электроэнергии ВЭС в различных странах Европы с 2008 г. по 2019 г.

Страна	2008 г.	2010 г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Германия	23903	27214	31308	39128	44942	49592	55719	58908	61357
Испания	16740	20676	22796	23025	23988	23075	23100	23494	25808
Англия	3241	5204	8649	12987	14291	16217	19835	21243	23515
Франция	3404	5660	7623	9313	1324	11761	13550	15108	16646
Италия	3736	5797	8144	8638	8973	9384	9766	10300	10512
Швеция	1021	2163	3745	5425	6029	6495	6611	7407	8985
Дания	3180	3752	4162	4887	5075	5246	5486	6131	6128
Польша	472	1107	2497	3836	5100	5747	5848	5864	5917
Португалия	2862	3898	4525	4947	5034	5313	5313	5380	5437
Бельгия	384	911	1375	1959	2169	2383	2806	3191	3879

Греция	985	1208	1749	1979	2136	2370	2624	2844	3576
Финляндия	143	197	288	632	1005	1532	2044	2041	2284
Хорватия	-	-	-	339	428	483	576	576	652
Венгрия	127	295	329	329	329	329	329	329	329
Эстония	78	149	269	300	300	310	312	312	320
Чехия	150	215	260	278	281	282	308	310	337
Кипр	0	82	147	157	168	158	158	158	158
Словакия	3	3	3	5	3	3	4	4	3

Актуальность «зеленой» энергии с каждым годом растёт и всё больше развитых стран выбирают эту электроэнергию как основной способ питания гражданских и промышленных зданий и сооружений.

Россия – огромная по площади страна, омываемая двенадцатью морями. К сожалению, из-за большого количества ископаемых и радиоактивных ресурсов, а также в экономической невыгодности проектов, так как действующие нормы на проектирование и строительство ВЭС отличаются более строгими требованиями, ВЭС в России не получают масштабной реализации. С точки зрения экологии — это отрицательное явление. Преимущества строительства ВЭС в РФ таковы:

- Большая, неравномерно заселённая площадь страны
- Разнообразный климат
- Повышение качества экологического фона страны
- Экономия не возобновляемых ресурсов
- Снижение влияния угольной, нефтяной и газовой промышленности в сфере энергетики
- Уменьшения тарифов ЖКХ

Как было сказано ранее, основным критерием для строительства современных ВЭС в развитых странах является скорость ветра. На рисунке 1 отчетливо видно на сколько территория РФ подходит для реализации подобных объектов.



Рис.1. Карта ветров РФ

Карта показывает, что в России нецелесообразно применять ВЭС лишь в двух федеральных округах страны: Дальневосточном и Сибирском. Остальная площадь либо соответствует минимальным требованиям, либо превышает их значительно.

Основной проблемой отсутствие должной реализации строительства ВЭС в РФ служит неподходящие действующие строительные нормы.

С точки зрения законодательства в Европе ВЭС это: комплекс, задача которого обеспечить энергией населенный пункт. Применяется повсеместно и ограничивается лишь экологическими нормами.

С точки зрения законодательства в РФ ВЭС это: система из множества отдельных объектов капитального строительства, оборудование которых производит электроэнергию. Регулируется множеством норм, согласно действующему законодательству.

При сравнении можно выделить основные проблемы законодательства РФ:

- Согласно действующему законодательству современные ВЭУ не являются оборудованием из-за наличия фундамента и не являются объектом капитального строительства согласно европейской документации.
- При проектировании, ВЭС не считается как система из множества ВЭУ, а проектируется каждая ВЭУ отдельно. Связано это с тем, что нет отдельного СП, которое относило бы весь комплекс к ОКС.
- Из-за отсутствия норм на проектирование, сложно определить санитарную зону и зону воздействия ВЭС на окружающую среду.
- Множество систем для ВЭС нового поколения предусматривается заводом, но эти документы не имеют силы, т.к. каждая ВЭУ – ОКС, что обязывает проектировать системы дополнительные пожаротушения.
- Помимо устойчивости ВЭУ и сбора нагрузок, которые на них действуют, для каждой ВЭУ необходимо выполнять проектирование фундамента. Согласно европейским нормам, при проектировании ВЭС, все ВЭУ стоит учитывать, как единую систему ВЭС.
- Проведение инженерно-геологических изысканий может быть сокращено в 1 -2 раз, в связи с меньшей ответственностью, по сравнению с проектированием любого другого объекта капитального строительства.
- Срок эксплуатации современных ВЭС составляет не более 25 лет, но согласно действующим российским нормам, требование к ресурсу фундамента – 100 лет.

И это лишь те проблемы, которые связаны с непосредственным проектированием ВЭУ, не учитывающие необходимость в различных подсобных и производственных зданиях, для проектирования которых также отсутствуют отдельные действующие нормативы.

Отсутствие унифицированных действующих норм на проектирование ВЭС в РФ отразилось на скорости проектирования, стоимости и продолжительности строительства одной из первых крупных ВЭС в стране, отображенной на рисунке 2.



Рис.2. Кочубеевская ВЭС

В её составе работают 84 ветроустановки мощностью 2,5 МВт каждая. Суммарная мощность ветроэлектростанции составляет 210 МВт. Плановая среднегодовая выработка энергии - 597 млн кВт*ч. Общая площадь ветропарка на период эксплуатации – 75 га. Объём инвестиций в создание ВЭС составил более 28 млрд рублей. Высота ВЭУ на Кочубеевской ВЭС (вместе с ротором) - 150 м. Длина лопастей – 50 м, а вес каждой – 8,6 тонны. Сама башня весит около 200 тонн, генератор – 52 тонны. Общий вес конструкции – примерно 320 тонн.

Проектирование и строительство Кочубеевской ВЭС заняло 3 года, что крайне много, если сравнивать её с аналогичными европейскими ВЭС, где проектирование и строительство занимает меньше 1 года. Таким образом, инвесторов очень сложно привлечь к проектированию и строительству данных объектов. Хотя их экономическая целесообразность и коммерческая привлекательность крайне высока.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что реализация ВЭС в РФ поможет улучшить экологию в стране и обеспечит города «зеленой» энергией. Но для реализации этого необходимо создать СП на проектирование ВЭС. Создание нового СП, поможет сократить сроки проектирования в 1,5-2 раза и поможет избежать излишних трудозатрат и ресурсов. Решит проблему причисления каждой ВЭУ к ОКС, что позволит уменьшить сроки прохождения строительной экспертизы. Применение типовых ВЭС нового поколения в России решит проблемы энергетики в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Савенок А.Ф., Е.И. Савенок.* Основы экологии и рационального природопользования. Минск, 2004. С. 432
2. *Шефтер Я.И.* Использование энергии ветра. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат., 1983. – 230 с.
3. *Де Рензо Д.* Ветроэнергетика. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 282 с.
4. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*
5. *Безруких П.П.* Ветроэнергетика: справочное и методическое пособие/ П.П. Безруких. – 2010. – 313 с
6. СП 22.13330.2016 «Основания и фундаменты». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83.

Основными недостатками данной планировки является отсутствие подсобных (вспомогательных) помещений, в которых могли бы разместить недостающие гардеробные комнаты/кладовые. А также небольшая кухня, что не очень удобно в современных реалиях. При создании траектории передвижения жильцов, их частого времяпрепровождения можно сделать вывод, что значительную часть времени они проводят на кухне. Невзирая на то, что гостиная-наиболее комфортабельное место для коммуникации семьи, зачастую, она остается без внимания. Для данной проблемы есть отличное решение - объединение двух помещений в единое пространство. Подобное планировочное решение называется европланировка. В это случае семья будет проводить время не на тесной кухне, а в просторном совмещенном помещении, что является несомненным плюсом.

Следует подчеркнуть, что, поскольку каждая семья индивидуальна, не может существовать эффективных планировок квартир, являющихся приемлемыми для любых жильцов. Целью являлось выполнение перепланировки, максимально комфортной для среднестатистической семьи. Предлагаемое планировочное решение продемонстрировано на рисунке 2.



Рис.2. Предлагаемое планировочное решение

Одним из предложенных изменений-является добавление подсобного помещения, в котором расположили гардероб тем самым оградили жилую комнату от источника шума в виде стояка водоснабжения и водоотведения. Также увеличили площадь основного санузла, что позволило разместить и ванну, и отдельную душевую кабину, прежняя планировка не позволяла сделать это.

В последние годы в публикациях западных архитекторов и проектировщиков прослеживается закономерность к объединению территорий совместного применения и разделению личного пространства. В большинстве планировок европейских квартир общая территория кухни и гостиной – целостное помещение, частные зоны, включающие спальню с санузлом и, вариативно, гардеробную – строго отделены.

Сделали кухню и гостиную одной общей комнатой путем демонтажа перегородки между ними - это позволило создать наиболее комфортабельное проживание всех членов семьи. Расширили спальню в пользу гостиной, что позволило добавить подсобное помещение, в котором разместился гардероб.

В данном планировочном решении убрали ничем не задействованное большое количество места путем переноса кухни на площадь коридора. Рядом разместили кухонный остров, зону отдыха с диваном и телевизором тем самым получили совмещенную кухню - гостиную. Так как кухню расположили близко к стояку водоотведения нет нужды ставить насос для канализации рядом с кухней. В санузле при входе разместили постирочную-гардероб. При необходимости возможна конфигурация постирочную-гардероб-малый санузел. Говоря про остальные санузлы, то их увеличили за счет площади коридора, что позволило разделить их на два: один общий для всех членов семьи, другой с входом только из основной спальни, что позволило его зонально изолировать. Дополнительно в спальне разместился просторный платяной шкаф, вдоль стены смежной с санузлом, что благоприятного скажется на звукоизоляции. Вход в гардероб сместили в холл и сделали общедоступным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Принимая во внимание комплекс абсолютно всех рекомендованных перемен начального проекта, можно сделать заключение, что стандартные оптимальные решения согласно переустройству - это данное преобразование площадей вспомогательных комнат в пользу жилых, перемена их конфигураций. Закономерность использования основ независимой планировки объединяется к формированию обстоятельств удобного пространственного взаимодействия многофункциональных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Погосова Е.Б.* Краткий сравнительный анализ типичного доступного жилья в отечественном и зарубежном строительстве. Принципиальные возможности перепланировки квартир малой площади.// Инженерный вестник Дона, 2021. №3. Режим доступа: URL:<http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2021/6892>
2. *Погосова Е.Б.* Анализ типового планировочного решения на примере двухкомнатной квартиры в г. Москве.// Инженерный вестник Дона, 2021. №2. Режим доступа: URL:<http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2021/6811>
3. *Савельева Н.А.* Оценка конкурентоспособности дизайн-проектов интерьера в сфере строительного дизайна // Инженерный вестник Дона, 2012, №1. Режим доступа: URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/717](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/717)
4. *Корниенко Е.Ю., Некрасова М.А.* Перепланировка квартир жилых домов, построенных по типовым проектам, разработанным МНИИТЭП // Промышленное и гражданское строительство. 2011. № 12. С. 25-27.
5. *Овсянников В.А.*, Московское жилье: история и реальность, Имущественные отношения в Российской Федерации. 2004. № 8 (35). С. 84-102.

УЧЕТ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ ПРИ РАСЧЕТЕ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ НАРУЖНЫХ СТЕН

Меликсетян С.Р., студент 2 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи

Герман В.В., студент 2 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи

Научный руководитель – Умнякова Н.П., профессор кафедры АСП, д.т.н., доцент

Аннотация

В статье затрагивается важность учета всех элементов наружной стеновой конструкции при выполнении расчета приведенного сопротивления теплопередаче стен. В процентном соотношении показано, какие из элементов стены пропускают больше тепла, чем другие. И, учитывая все теплопроводные включения, на примере произведен расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены.

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение теплотехнического расчета – это крайне важная и нужная процедура, которую не стоит игнорировать, приступая к проектированию или строительным работам.

Для начала нужно понять для чего нужен теплотехнический расчет. На самом деле все очень просто, анализ расчета позволяет получить данные, необходимые для подбора источников отопления, также позволяет выбрать подходящие теплоизоляционные материалы или же изменить конструктивные узлы здания на более эффективные.

Можно понимать, какие элементы у нас являются источниками больших потерь тепла, но не забывайте, что мы с вами инженеры, для нас этого мало, нам нужны цифры.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим алгоритм выполнения теплотехнического расчета с учетом теплопроводных включений:

1) Для начала необходимо понять из каких материалов состоит конструкция стены по глади и обозначить элементы, которые будут участвовать в расчетах. Для этого мы анализируем проект, по которому будет выполняться теплотехнический расчет.

Данные из проектной документации. Стена по глади трехслойные с воздушной прослойкой между облицовочной кладкой и утеплителем. Материал несущего слоя стены состоит из керамического пустотного кирпича стандартного размера (250x120x65) плотностью 1000 кг/м³ на цементно-песчаном растворе; материал утеплителя – экструдированный пенополистирол плотностью 30 кг/м³; материал облицовки – керамический облицовочный кирпич (начиная с воздушной прослойки и заканчивая материалом наружной облицовки, в нашем случае сама воздушная прослойка и облицовочный кирпич, в расчетах не участвуют). Утеплитель крепится к несущей стене тарельчатыми анкерами. Высота этажа 3200мм. Толщина ж/б плиты перекрытия 220мм. Толщина оконной рамы 80мм.

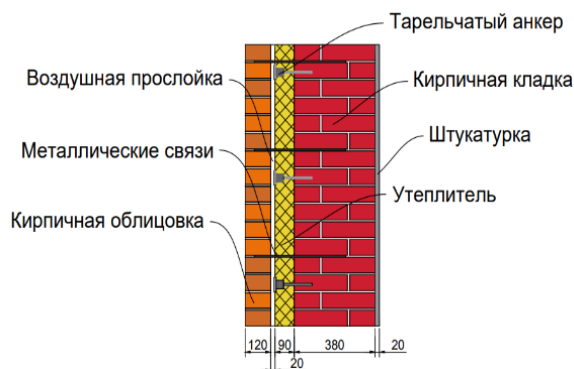


Рис.1. Разрез по стене

Табл. 1. Характеристики слоев стены

Материал слоя	δ , мм	λ , Вт/(м·°С)
Внутренняя штукатурка	20	0,93
Кирпичная кладка в 1,5 кирпича	380	0,47
Экструдированный пенополистирол	90	0,030
Воздушная прослойка	20	–
Облицовочная кирпичная кладка	120	–

Для определения элементов стены, которые будут участвовать в расчетах воспользуемся нормативным документом СП 230.1325800.2015 [3]. Проанализировав приложение А данного СП, определяемся с элементами, которые будут участвовать в расчете.

Для упрощения расчета все конструктивные элементы, пропускающие тепло подразделяются на следующие типы: плоский (например, стена по глади), линейный (протяженность стыка плиты перекрытия со стеной) и точечные (крепление утеплителя тарельчатыми анкерами).

Обозначим каждый элемент нашей стены, которые будут участвовать в расчете:

Плоский элемент 1 – стена по глади;

Плоский элемент 2 – плоскость окон;

Линейный элемент 1 – сопряжение плиты перекрытия со стеной;

Линейный элемент 2 – примыкание оконного блока к стене;

Линейный элемент 3 – выпуклый угол здания;

Линейный элемент 4 – примыкание к цокольному ограждению;

Точечный элемент 1 – тарельчатый анкер.

2) Далее вычисляем удельные геометрические характеристики каждого элемента.

Удельный геометрический показатель для плоского элемента будет определяться по формуле Е.2 СП 50.13330.2012 [1]:

$$a_1 = \frac{A_1}{\Sigma A_i}, \quad (1)$$

где A_i – площадь i -той части плоского фрагмента. (Если плоский элемент у нас будет всего лишь один, значит геометрический показатель a_1 будет равен 1.)

Удельный геометрический показатель для Линейного элемента определяется по п.6.3 СП 230.1325800.2015 [3]:

$$\ell_1 = \frac{L}{\Sigma A_i}, \quad (2)$$

где L – общая протяженность линейного элемента.

Удельный геометрический показатель точечного элемента определяется как количество штук на квадратный метр. Например, для тарельчатого анкера удельный геометрический показатель и на практике колеблется в пределах от 5 до 10 шт/м².

Табл.2 Удельные геометрические показатели

Наименование элемента	Геометрический показатель	Общая площадь	Удельный геометрический показатель
Плоский элемент 1	269,7 м ²	315,9 м ²	0,854 м ² /м ²
Плоский элемент 2	46,2 м ²		0,146 м ² /м ²
Линейный элемент 1	22,8 м		0,072 м ⁻¹
Линейный элемент 2	134,7 м		0,426 м ⁻¹
Линейный элемент 3	25,6 м		0,081 м ⁻¹
Линейный элемент 4	22,8 м		0,072 м ⁻¹
Точечный элемент 1	2697 шт		10 шт/м ²

3) Третьим пунктом производим расчет удельных теплопотерь элементов.

Плоские элементы

Удельные потери теплоты *Плоского элемента* определяются по формуле 5.2 СП 230.1325800.2015:

$$U_i = \frac{1}{R_0} \quad (3)$$

где R_0 - фактическое сопротивление теплопередаче наружной стены, $(\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}$.

Например, удельные потери теплоты для плоского элемента 1:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,38}{0,47} + \frac{0,02}{0,93} + \frac{0,09}{0,03} = 3,988 (\text{м}^2 \cdot \text{°C})/\text{Вт}.$$

$$U_i = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{3,988} = 0,251 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C}).$$

(Для плоского элемента 2 возьмем среднее значение $R_0=0,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$).

Линейные элементы

Для расчета удельных потерь теплоты Линейных элементов воспользуемся приложением Г СП 230.1325800.2015 [3], где приведены типичные конструктивные элементы зданий и их теплотехнические характеристики. Зная некоторые теплотехнические и геометрические характеристики элементов с помощью интерполяции находим удельные потери тепла.

Точечные элементы

Для расчета удельных потерь теплоты Точечных элементов воспользуемся также приложением Г СП 230.1325800.2015 [3].

4) Посчитав удельные характеристики элементов ограждающей стеновой конструкции, остается только посчитать приведенное сопротивление теплопередаче стене.

Табл. 3. Итоговые данные расчета

Элемент конструкции	Удельный геометрический показатель	Удельные потери теплоты, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Удельный поток теплоты обусловленный элементом, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$	Доля общего потока теплоты через фрагмент, %
Плоск. элемент 1	$a_1 = 0,854 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U_1 = 0,251$	$U_1 \cdot a_1 = 0,251$	40,1
Плоск. элемент 2	$a_2 = 0,146 \text{ м}^2/\text{м}^2$	$U_2 = 1,67$	$U_2 \cdot a_2 = 0,244$	39,0
Лин. элемент 1	$l_1 = 0,072 \text{ м}^{-1}$	$\Psi_1 = 0,263$	$l_1 \cdot \Psi_1 = 0,019$	3,0
Лин. элемент 2	$l_2 = 0,426 \text{ м}^{-1}$	$\Psi_2 = 0,105$	$l_2 \cdot \Psi_2 = 0,045$	7,2
Лин. элемент 3	$l_3 = 0,081 \text{ м}^{-1}$	$\Psi_3 = 0,209$	$l_3 \cdot \Psi_3 = 0,017$	2,7
Лин. элемент 4	$l_4 = 0,072 \text{ м}^{-1}$	$\Psi_4 = 0,272$	$l_4 \cdot \Psi_4 = 0,020$	3,2
Точ. элемент 1	$n_1 = 10 \text{ шт}/\text{м}^2$	$\chi_1 = 0,003$	$n_1 \cdot \chi_1 = 0,030$	4,8
Итого			$1/R^{\text{пр}} = 0,626$	100

Определение приведенного сопротивления теплопередаче стены находится по формуле 5.1 СП 230.1325800.2015 [4]:

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{R_{\text{усл}}} + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k} = \frac{1}{\sum a_i U_i + \sum l_j \Psi_j + \sum n_k \chi_k},$$

$$R_0^{\text{пр}} = \frac{1}{0,251 + 0,244 + 0,019 + 0,045 + 0,017 + 0,020 + 0,030} = 1,597 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Еще можем найти коэффициент теплотехнической однородности, по формуле 5.7 СП 230.1325800.2015 [3] он равен:

$$r = \frac{0,251}{0,626} = 0,40$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мы получили приведенное значение теплопередаче стены, учитывая все ее конструктивные элементы. Нормативное термическое сопротивление конструкции здания исходя из условий энергоэффективности в Москве – $R_0^{\text{норм}} = 2,985 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, мы же получили – $1,597 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ (стенной ограждающей конструкции).

Чем меньше коэффициент теплотехнической неоднородности, тем наружная стена имеет больше потерь тепла через другие элементы, соответственно, для улучшения теплотехнических характеристик нам необходимо его повышать.

Проанализировав таблицу 3 видим, что только 40,1% тепла пропускает через себя стена по глади, несмотря на то, что у нее самый большой геометрический показатель, 39,0% тепла пропускают через себя окна и 20,9% все остальные элементы стеновой ограждающей конструкции.

Если у нас будет задача улучшить теплотехнический показатель сопротивления теплопередаче стены рациональней будет изменить конструкцию линейных и точечных элементов на более “теплую” и использовать другие окна, которые будут пропускать меньше тепла через себя (уже существуют стеклопакеты, у которые показатель сопротивления теплопередаче $R_0 = 1$, а то и больше, правда есть одно но, такие окна дорогие), нежели добавлять больше утеплителя в стену по глади.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП 50.13330.2012 "Тепловая защита зданий".
2. СП 131.13330.2012 "Строительная климатология".
3. СП 230.1325800.2015 "Ограждающие конструкции зданий. Характеристики теплотехнических неоднородностей".
4. СП 345.1325800.2017 "Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты".

ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРЕХСЛОЙНЫХ ПАНЕЛЕЙ ИЗ ПКМ

*Саркисян Л.А., студент 2 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Серегин Н.Г., доцент кафедры АСП, к.т.н., доцент*

Аннотация

В современном строительстве большое внимание уделяется конструкциям, состоящих из меньшего числа деталей, при этом соответствующим современным требованиям, поэтому необходимо изучить технологию изготовления трехслойных панелей из ПКМ.

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе изучены методы изготовления и свойства трехслойных панелей из композитных полимерных материалов. Главной особенностью полимерных композитных материалов является возможность их изготовление под определенные технические условия.

Цель данной работы - описание трехэтажных ферменных панелей ПКМ, их характеристики и технология производства.

К задачам работы относятся:

1. Анализ свойств композитных сэндвич-панелей с композитным наполнителем из углеродного волокна.
2. Выбор подходов к проектированию и изготовлению трехслойных ферменных панелей.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Свойства композитных сэндвич-панелей с комбинированным наполнителем из углеродного волокна

Повышение требований к строительным материалам мотивирует интерес к конструкциям из ПКМ. Они обладают высокой прочностью и имеют меньший вес относительно традиционных материалов. Основными свойствами панелей из ПКМ являются: прочность на сжатие при относительно малой плотности благодаря эластичным изогнутым опорам или расщеплению прослойки; способность поглощать большое количество энергии в момент разрушения внутренних структур; увеличение прочности стойки за счет формы поперечного сечения, регулируемого сопротивлением пеноматериалов при разрушении.

2. Подходы к разработке и изготовлению трёхслойных ферменных панелей.

2.1. Разработка схемы панелей

Изучена схема сэндвич-панели. Сердечник панели собрана из углеродной тканой сетки и призматических пенопластовых вставок с закрытыми ячейками, образуя гибридную пирамидальную решетку из углеродного волокна и пены в качестве наполнителя. Сердечник прикрепляется к облицовочным панелям ниточными стежками, а затем эта структура обрабатывается и отверждается эпоксидной смолой. Вставки из полимерной пены с закрытыми порами имеют разнообразное применение. Они поддерживают и определяют форму поперечного сечения балок, сохраняют равномерный шаг обшивки, увеличивают площадь клеевых соединений с кромками, обеспечивают прочность при последующем сжатии и сдвиге под нагрузкой.

2.2. Сухой монтаж панелей

Сначала плетение пришивается стежками к лицевой панели. Далее образуется канал для пеноматериала. Затем покрытие пришивается к панели, и процедура возобновляется для составления пирамидальной структуры. Связки в лицевой панели усиливают благодаря трехстежков нити. Панели изготовлены из углеродных панелей, которые направлены в сторону осей X, Y и Z. Строение 3-х мерного плетения сетки и панели выбраны, для повышения устойчивости к расслоению.

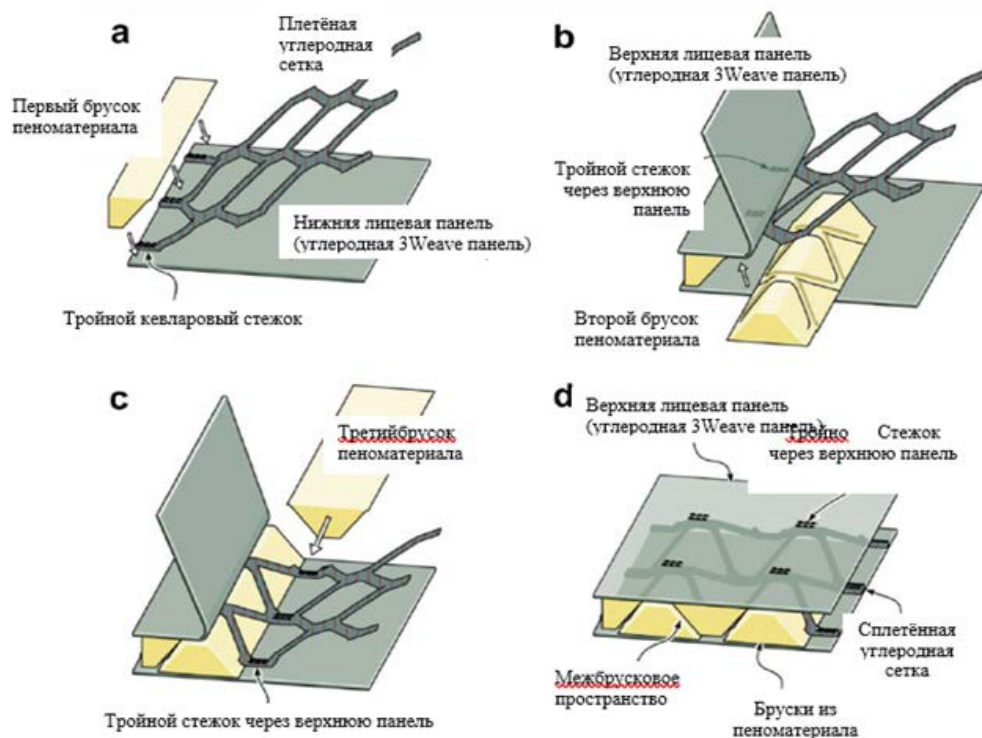


Рис.1. Пошаговая сборка сэндвич-панели из углеродного волокна.

2.3. Процесс пропитки

Схема начала пропитки показана на рис. 2. Процедура пропитки и отвердевания проводится в автоклаве. Панель из углеволокна помещается сверху наружного слоя. Второй слой используется для образования панели сверху.

Дренажный слой помещается в вывод. Трубки ввода и вывода устанавливаются в вакуумный мешок. Отверстие выходной трубки соединяется с сепаратором для смолы. Подача смолы осуществляется через входную трубку.

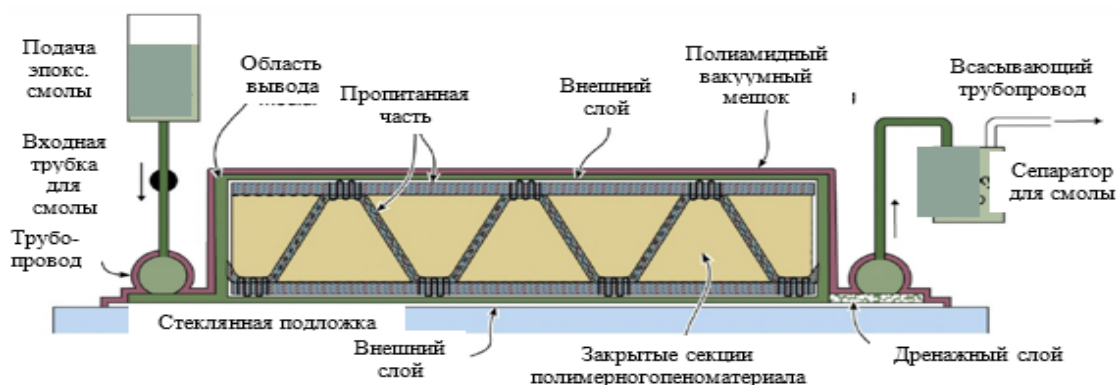


Рис. 2. Схема процесса пропитки методом вакуумного переноса смолы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы были сделаны выводы:

1. С помощью вакуумной пропитки эпоксидной смолой и переплетения углеродных нитей получается пирамидальная структура сетки.
2. Сердечник и наружные панели могут быть соединены в узлах стежками нитей.
3. От выбранных материалов для изготовления панелей зависят свойства и прочностные характеристики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкции из древесины и пластмасс: учебное пособие / *Б. И. Гиясов, Н. Г. Серёгин, Д. Н. Серёгин* - Москва: Издательство АСВ, 2018.
2. Конструкции из древесины и пластмасс : учебник / *Б. И. Гиясов, В. И. Запруднов, Н. Г. Серёгин, В. В. Стриженко*. Изд. 2-е, перераб. и дополн. - Москва: АСВ, 2020.
3. Трёхслойные панели из полимерных композиционных материалов: учебное пособие / *Гиясов Б. И., Серёгин Н. Г., Серёгин Д. Н.* - Москва: Издательство АСВ, 2015.
4. Конструкции уникальных зданий и сооружений из древесины: учебное пособие / *Гиясов Б. И., Серёгин Н. Г.* - Москва: Издательство АСВ, 2014.
5. Архитектурно-конструктивное проектирование гражданских зданий: учебное пособие / *Гиясов А., Гиясов Б. И.* - Москва: Издательство АСВ, 2015.

СЕКЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ

Коченкова Е.М., студентка 6 курса 63 группы ИСА НИУ МГСУ

Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав.кафедрой ТОУС, д.э.н., к.т.н., профессор

Аннотация

Объемы высотного строительства в России увеличиваются с каждым годом, проекты становятся интереснее как с инженерной, так и с архитектурной точки зрения. Вместе с тем нормативные требования к подобным зданиям ужесточаются, а социально-экономические запросы общества усложняются. Охрана окружающей среды таких объектов является одним из основных условий поддержания благоприятной экологической ситуации. Предметом данного исследования являются особенности информационного моделирования на этапах жизненного цикла высотного здания при решении задач охраны окружающей среды. Цель работы – научное обоснование применимости технологий информационного моделирования для устойчивого развития и определение задач, решение которых обеспечит комплексную и долговременную защиту окружающей среды на всех этапах жизненного цикла высотного здания. Данная цель определила необходимость решения следующих задач: анализ современных возможностей и ограничений применения информационных технологий в строительстве, формирование предложений по развитию системы экологичного проектирования и решению задач, связанных с интеграцией Green BIM в информационные модели.

ВВЕДЕНИЕ

Высотные многофункциональные и жилые комплексы определяют облик урбанизированной среды и появляются в крупных городах [1]. И хотя вопрос о влиянии высотных зданий на окружающую среду возник тогда же, когда началось и само высотное строительство, сегодня он становится особенно актуальным [2].

Высотные здания обладают сравнительно большим объемом и большей вместимостью, вследствие чего потребляют огромное количество всевозможных материальных и энергетических ресурсов, что в конечном итоге приводит к отрицательному воздействию на экологическую обстановку в процессе строительства и эксплуатации, т.е. фактически в течение всего жизненного цикла здания. Планирование работы по охране окружающей среды для такого объекта является одним из главных гарантов поддержания благоприятной экологической ситуации и устойчивого развития [3-4].

В целях содействия экологическому строительству в 2002 г. был создан Всемирный совет по экологическому строительству (World Green Build Council). В России такой совет зарегистрирован в 2009 г. и входит в состав советов WGBC, где действует более 90 советов из разных стран. Введено понятие «экологичное (зеленое) проектирование», которое состоит из трех преимуществ: экологические, экономические, обеспечивающие сохранение окружающей среды. В настоящее время проектирование высотных зданий развивается в соответствии с этими направлениями.

Так как с каждым годом все большее значение приобретает проблема ограниченности и воспроизводства ресурсов, то и вопросы экологического контроля становятся особенно актуальными [5]. Первые международные стандарты "зеленого" строительства появились в конце XX века и сейчас активно используются в развитых странах по всему миру, что дает свои положительные результаты. В России данная сфера начала активно развиваться

сравнительно недавно, однако необходимость национальных экологических стандартов строительства становится с каждым годом все более очевидной [6-7].

Наряду со стандартизацией в области эко-строительства всю большую роль приобретают технологии информационного моделирования. В соответствии с постановлением правительства России №331 о введении обязательного использования технологий информационного моделирования (BIM) на объектах госзаказа (с государственным финансированием) с 1 января 2022 года формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства становится обязательным для заказчика, застройщика, технического заказчика, эксплуатирующей организации, если на этот объект выделены средства «бюджетов бюджетной системы Российской Федерации» (кроме объектов обороны и безопасности Государства). Соответственно сегодня применение технологий информационного моделирования особенно актуально, в том числе и в сфере защиты окружающей среды [8-11].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В России фактически отсутствует единая система экологических стандартов. Некоторые застройщики пользуются наиболее структурированными и влиятельными в мире системами стандартов BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method – утвержден в Великобритании в 1990), LEED (The Leadership in Energy and Environmental Design – США, 1998), SB-Tool (Канада, 2007), DGNB (Deutsch Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen – Германия, 2009), Green Star (Австралия, 2003).

Система LEED применяется как стандарт оценки проектов энергоэффективных и экологически рациональных зданий. LEED содержит четыре уровня оценок: просто сертификация, «серебро», «золото» и «платина». Сертификация проекта по LEED добровольная, но уже пользуется во многих странах большой популярностью, поскольку является весьма престижной в глазах общественности и повышает коммерческую привлекательность проекта.

Британская система оценки BREEAM оценивает эффективность зданий с точки зрения менеджмента и экологии: всего в ней около 60 пунктов, за каждый из которых дается определенное число оценочных баллов. В этой системе хорошо проработана типология сертифицируемых объектов (офисы, образовательные учреждения, многоквартирные дома, суды, тюрьмы, экодома и т.п.), причем в каждой типологической группе акцент делается на чем-то своем. BREEAM – это также добровольная сертификация зданий, которым присваивается определенный рейтинг. Баллы умножаются на весовые коэффициенты, отражающие актуальность аспекта в месте застройки, затем суммируются и переводятся в результирующую оценку: «удовлетворительно», «хорошо», «очень хорошо», «отлично», «великолепно».

Системе сертификации DGNB предлагается в качестве инструмента при проектировании и оценке качества зданий как в момент их ввода в эксплуатацию, так и в долгосрочной перспективе. Здания оцениваются по категориям: «бронза», «серебро» и «золото». Существует шесть аспектов, влияющих на оценку: экология, экономика, социально-культурный и функциональный аспекты, техническое оснащение, качество эксплуатации, а также учет места расположения. Каждый тип здания имеют свою собственную оценочную матрицу. DGNB - это единственная в мире система, которая рассматривает 50 лет функционирования здания с помощью оценки его жизненного цикла.

В России основные действующие нормативные документы в области экологичного строительства на данный момент – это Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и национальный стандарт РФ ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». Но многие застройщики отмечают, что зачастую применить положения из указанного ФЗ

возможно только с применением судебной практики, а ГОСТ практически не используется в реальных проектах, так как не дает участникам строительства никаких привилегий.

В 2017 году был издан приказ Министерства Строительства № 1550 «Об утверждении требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений», направленный на постепенное увеличение энергетической эффективности объектов. Но остаются актуальными задачи экологически чистой переработки отходов и их отдельного сбора, сокращения потребления водных ресурсов и его рационализации, комфорта и экологии внешней и внутренней среды объектов.

Для комфортной и безопасной эксплуатации высотного здания и окружающей его застройки также особенно актуальны такие параметры как скорость ветра на поверхности, интенсивность солнечного излучения, затенение окружающей территории застройки.

Мировая практика доказывает, что применение информационного моделирования снижает будущие издержки, при вопросе «зеленого» проектирования этот аспект критичен для массового внедрения. Кроме того, соответствие проекта экологическим рейтингам – тот случай, когда надо очень умело просчитать эксплуатационные качества будущего объекта. В соответствии с этими положениями развивается раздел информационного моделирования зданий Green BIM [12-13].

В соответствии с ГОСТ 27751.2014 «Надежность строительных конструкций и оснований» срок службы высотного здания составляет не менее 100 лет. С учетом стремительных темпов научно-технического прогресса и развития городской среды, напрямую связанных с изменениями экологической обстановки, вопрос защиты и мониторинга окружающей среды в процессе длительной эксплуатации приобретает еще большее значение. Вопросы, которые не были проработаны сегодня из-за отсутствия стройной системы «зеленых» стандартов, в будущем могут вызвать серьезные последствия и потребовать значительных финансовых вложений. Постоянно корректируемая информационная модель позволит в режиме реального времени отслеживать влияние данных процессов и своевременно корректировать или принимать новые инженерные решения по защите окружающей среды.

В России действует СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве», предназначенный для создания и эксплуатации информационных систем в строительстве. Главное требование данного стандарта – интероперабельность системы. Оно означает, что все компоненты системы, в том числе связанные с эко-проектированием, могут разрабатываться отдельно друг от друга, но в конечном счете должны интегрироваться в общую систему с единым набором стандартов.

Международные системы стандартизации уже сейчас могут быть интегрированы с BIM в некоторых программных комплексах, но пока что они не обладают принципом интероперабельности, а, следовательно, их практическое применение в нашей стране невозможно. Необходимо реализовать модули, между которыми возможен свободный динамический обмен информацией и которые свободно подключаются к общему программному комплексу.

Целесообразно в структуру интеграции включить модули по 2 направлениям: «помощь в проектировании» и «управление сертификацией». Модуль помощи при проектировании поможет проектировщикам получить эффективные и экологичные решения, встроенные в инструментарий BIM. Модуль управления сертификацией может представлять собой веб-приложение, используемое для управления проектной информацией, эко-документацией и положениями для целей сертификации.

Проект с самого начала разрабатываемый как информационная модель здания от первых предложений консультантов и архитекторов до формирования рабочей документации позволит собственникам в дальнейшем грамотно управлять площадями и эксплуатировать здания.

Необходимо определить конкретные взаимосвязанные задачи, необходимые для экологичного проектирования и реализации в составе модулей информационного моделирования на базе Green BIM:

1. Интеграция экологических стандартов;
2. Создание базы данных климатических и метеорологических условий;
3. Моделирование климатических условий района застройки;
4. Анализ траектории солнца;
5. Моделирование освещенности и дневного света;
6. Моделирование искусственного освещения, как наружного, так и внутреннего;
7. Анализ затенения окружающей застройки;
8. Моделирование аэродинамических потоков;
9. Энергетическое моделирование, то есть моделирование притоков и оттоков энергии в здании (как электроэнергии, так и тепловой);
10. Постоянное пополнение семейств инновационных решений для эко-проектирования.

Реализация всех этих задач в совокупности на основе общей информационной модели позволит достичь наилучших результатов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что при увеличении объемов высотного строительства особенно остро встает вопрос об охране окружающей среды в районе высотной застройки.

Применение технологий информационного моделирования позволит:

- создать единую модель здания, наполненную всей необходимой информацией;
- получить единую модель для всех разделов проекта, в т.ч. раздела по защите окружающей среды.

Единая модель найдет свое применение на всех стадиях жизненного цикла: в процессе проектирования, строительства и эксплуатации.

Применение BIM технологий с интегрированными модулями Green BIM положительно скажется на наглядности проекта, позволит на самых ранних этапах планирования и проектирования принимать решения, позволяющие снижать стоимость и сроки реализации проектов и вместе с тем обеспечить максимальный комфорт и безопасность среды пребывания. Кроме того, постоянное развитие информационной модели позволит поддерживать требуемую экологическую обстановку на этапе дальнейшей эксплуатации объекта и оперативно реагировать на внешние и внутренние изменения, такие как модернизация инженерного оборудования или изменение окружающей застройки.

Актуальными остаются вопросы разработки отечественных модулей Green BIM и создания единой продуманной системы нормативной документации в сфере «зеленого» строительства, которая позволит интегрировать требуемые модули Green BIM в существующие информационные системы.

Не менее важной задачей, без решения которой не представляется возможным преодолеть стагнацию в области эко-проектирования, является осознание обществом и органами власти, что совершенствование и активное использование стандартов «зеленого» строительства положительно влияет на развитие бизнеса, его динамику, рост и развитие. Экологические стандарты способствуют экономии финансовых средств во время эксплуатации объектов недвижимости, а повышение уровня качества реализуемых объектов создает привлекательный инвестиционный климат, в том числе и для привлечения иностранных инвестиций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оселко А.Э.* Высотные многофункциональные комплексы – символ урбанизации // Жилищное строительство. – 2002. – № 6. – С. 5-7.

2. *Енютина М.К.* Влияние высотных зданий на окружающую среду // Инновационные методы проектирования строительных конструкций зданий и сооружений: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 21 ноября 2019 года / Юго-Западный государственный университет. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 72-74.
3. *Кашин М.Д., Набокова Т.Б., Бгашев В.Н.* Экологическое взаимодействие высотных зданий и окружающей среды - опыт зарубежных стран // Архитектура и современные информационные технологии. – 2015. – № 1(30). – С. 2.
4. *Бродач М. М., Шилкин Н.В.* Стратегия устойчивого развития - основа создания здоровой среды обитания // Энергосбережение. – 2021. – № 4. – С. 1-11.
5. *Этенко В. П.* Экологические проблемы высотных зданий // Жилищное строительство. – 2015. – № 12. – С. 41-44.
6. *Жуковская А.Ю., Гераськин Ю.М.* Применение зеленых стандартов в России: проблемы и перспективы // Вестник Евразийской науки, 2019 №2, <https://esj.today/PDF/37SAVN219.pdf>.
7. *Бородачева Э.Н., Першина А.С.* Проблемы и перспективы строительства высотных зданий в России // Современное строительство и архитектура. – 2019. – № 3(15). – С. 12-14. – DOI 10.18454/mca.2019.15.2.
8. *Александрин А.В., Жаров Я.В.* Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – № 1. – С. 52-55. – DOI 10.33622/0869-7019.2022.01.52-55.
9. *S. Sborshikov, R. Vvedenskiy, I. Markova.* The application of simulation modelling in making operational decisions in construction // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: 7, Tashkent, 11–14 ноября 2020 года. – Tashkent, 2021. – P. 012106. – DOI 10.1088/1757-899X/1030/1/012106.
10. *Н. Лазарева, А. Зиновьев, Л. Опарина.* Комплекс мер по развитию информатизации и автоматизации строительно-технических экспертиз / Н. Лазарева, А. Зиновьев, Л. Опарина // Русский инженер. – 2021. – № 2(71). – С. 45-48.
11. *Шеина С.Г., Умякова Н.П., Салтыков Н.О.* GReen biM - новый подход к проектированию и строительству // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 4(382). – С. 246-250.
12. *Захарова Г.Б.* GREEN BIM-технологии как инструмент экологического проектирования зданий // Зеленая экономика - стратегическое направление устойчивого развития регионов: Материалы III Всероссийского конгресса и международной дискуссионной площадки РОСПРОМЭКО, Екатеринбург, 03–04 апреля 2018 года / Редакторы-составители Ю.В. Корнеева, Д.Н. Лыжин. – Екатеринбург: Уральский государственный архитектурно-художественный университет, 2018. – С. 102-106.

ОГРАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Аникеенков А.А., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав. кафедрой ТОУС, д.э.н. к.т.н., профессор*

Аннотация

В данной статье рассматриваются особенности применения композиционных материалов, приводятся примеры технологических сложностей производства композиционных материалов, приводится анализ их характеристик и сравнение их с традиционными строительными материалами.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы не случаен, ведь за последние несколько десятилетий композитные материалы плотно засели на рынке материалов для капитального строительства, а также и в отделочных материалах. Представить современную стройку без них сложно.

Актуальность работы подкрепляется тем, что в гражданском строительстве всегда делается максимальный упор на эффективное использование материала и его свойств, максимальное удешевление и облегчение процессов доставки, возведения и монтажа. Композитные материалы представляют возможность облегчить трудоёмкость строительного процесса, удешевить доставку за счёт меньшего веса, чем у аналогов. Однако и композиты имеют свои недостатки.

Целью работы является анализ сведений о композитных материалах и создание заключения об их особенностях, преимуществах и недостатках по сравнению с традиционными стройматериалами.

Задачи:

- рассмотреть основные виды композитных материалов, провести их сравнение с традиционными аналогами;
- провести анализ и обобщение полученной информации.

Методы исследования в работе:

- поисковый и описательный;
- аналитический, предусматривающий сравнительный анализ.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученной информации использования композитов в строительстве.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Общая информация о композитах

Композитный материал – это неоднородный сплошной материал, сочетающий в себе минимум два других материала, среди которых можно выделить связующий материал (или матрицу), который обеспечивает прочную связь между компонентами, и армирующие элементы, обеспечивающий необходимые механические характеристики материала. При сочетании свойств двух и более материалов в композите, его свойства отражают качества исходных материалов, а иногда добавляются и новые, которыми исходные материалы были обделены.

К преимуществам композитных материалов можно отнести высокую удельную прочность, зачастую меньшую массу, чем у аналогов, повышенную жесткость и стихийную стойкость. Из композитов возможно изготовить унифицированные конструкции, обеспечивающие более лёгкий монтаж и применение новых архитектурных решений.

Однако производство композитов требует большей квалификации сотрудников производства, нежели чем у сотрудников производства традиционных материалов, к тому же зачастую композиты стоят дороже своих аналогов и применяются только в условиях, когда их использование обосновано проектировщиками.

Классификация композитов

В композиционных материалах в качестве матрицы и наполнителей могут выступать самые разнообразные материалы различной плотности, формы и химического состава и давать самые разные сочетания с уникальными свойствами.

Композиты различаются:

- по геометрической форме материала наполнителя. Волокнистые (армированы волокнами и нитевидными кристаллами), двухмерные, или слоистые (сетки, ткани, ленты, пластины), дисперсноармированные (с наполнителем в виде тонкодисперсных частиц с одинаковым порядком в двух измерениях).

- по природе происхождения матрицы. Существуют матрицы на углеродной, полимерной, металлической, керамической и других, менее распространенных основах.

- по химическому составу наполнителя. Волокнистый наполнитель может быть металлическим (в виде металлической проволоки), стеклопластиковые и углепластиковые волокна, полимерное волокно, борное волокно. Дисперсный наполнитель может быть как органического, так и неорганического происхождения, но в обоих случаях представляет из себя мелкозернистый наполнитель с размерами частиц до 300 мкм, средний размер частиц около 40 мкм.

Основные виды композитных материалов и их свойства

Композитная арматура

За последние 20 лет композитная арматура из стеклопластика и базальтопластика перешла от стадии экспериментального прототипа к стадии полноценной замены стальной арматуры.

Преимущества композитов отлично раскрываются при армировании самого распространенного стройматериала – бетона. Бетон, сам являясь композитом из цемента, гравия и песка, зачастую армируется металлической арматурой, добавляемой для усиления прочности и жесткости. Растягивающие напряжения и усадка бетона неизбежно приводят к образованиям микротрещин, в которые проникает вода и вызывает коррозию металлической арматуры. В данной ситуации композитная арматура опережает металлическую, так как у первой присутствует коррозионная стойкость. Композитная арматура весит меньше стальной в несколько раз, что значительно снижает затраты на ее транспортировку и облегчает процесс монтажа армирующего каркаса.

При всём этом композитная арматура уступает стальной по нескольким параметрам:

- жесткость композитной арматуры почти в 4 раза меньше стальной, а поскольку это основной показатель для арматуры, это является существенным недостатком;

- композитная арматура имеет большее усилие на разрыв, но при этом относительное удлинение композитной арматуры доходит до 2%, в то время как у стальной – 0,5%. Такое удлинение арматуры может стать критическим для бетона, ведь он разрушится раньше, чем удлинение дойдет до пикового значения;

- цена композитной арматуры выше стальной в 1,5-2 раза.

Алюминиевые композитные панели

Алюминиевые панели – это высокотехнологичное сочетание металла и утеплителя, использующееся для обшивки фасадов зданий. Утеплитель может содержать минеральные присадки, придающие стойкость к высоким температурам и обеспечивающие пожаробезопасность. Несмотря на тонкость металла, панели сочетают в себе его прочность и неизменяемость формы, а пластиковый утеплитель отлично поглощает вибрации и удерживает тепло. Возможность покраски лицевой панели дает волю множественным дизайнерским решениям по оформлению здания.

Деревобетон

Деревобетон (или арболит) – это стройматериал на основе бетонной матрицы и наполнителя из древесной щепы. Сочетает в себе прочность бетона и звуко-термоизоляцию дерева. В первоначальном виде его применять не рекомендуется из-за низкой влагостойкости,

ведь количество процентов деревянного наполнителя в арболите может достигать 90%. Материал пластичен и не трескается при нагрузках, также имеет низкий вес, что облегчает монтаж.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Композитные материалы необходимы как в капитальном строительстве, так и в отделочных работах. Без них многие инженерные решения были бы неэффективными и громоздкими.

В то же время, во многих аспектах они уступают традиционным материалам как в экономическом, так и в эксплуатационном плане.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сафин В.Н.* Композиционные материалы [Текст лекций] - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010.
2. Справочник по композиционным материалам. В 2-х т./ Под ред. Дж.Любина. - М.: Машиностроение, 1988.
3. *Мэттьюз Ф., Ролингс Р.* Композитные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера, 2004.
4. *Борисюк Е.А.* Относительная взаимосвязь компонентов в многокомпонентных системах (часть 1). Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2018. № 11. С. 32-40.
5. *Авраамов Ю.С., Шляпин А.Д.* Новые композиционные материалы на основе несмешивающихся компонентов: получение, структура, свойства.
6. *Арефьев Б.А.* Физико-химические основы компактирования волокнистых композиционных материалов.
7. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Эффективность мероприятий реинжиниринга территории и застройки. Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 40-46.

ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ (VR) И ДОПОЛНЕННОЙ (AR) РЕАЛЬНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

*Григорьев М.И., студент 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент кафедры ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Современный рынок инновационных технологий предлагает большое количество устройств способных дополнять виртуальной информацией существующий мир или же полностью имитировать его. Это устройства дополненной (AR) и виртуальной (VR) реальности, о которых пойдет речь в данной статье. Такие технологии берут начало ещё в начале 20 века и за это время виртуальная и дополненная реальность проникла во многие сферы, начиная от игр и развлечений и заканчивая проектированием современных зданий и сооружений. Эти технологии нацелены в первую очередь на улучшение качества процесса строительства, а также на уменьшение финансовых и временных затрат.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день большое внимание уделяется вопросам внедрения информационных технологий в строительную отрасль [1-4]. Одними из наиболее перспективных и актуальных направлений цифровизации строительства являются виртуальная (VR) и дополненная (AR) реальности, которым посвящены исследования отечественных и зарубежных специалистов.

В настоящее время лидирующие компании всё чаще используют VR и AR при проектировании, для того чтобы оживить чертежи. Это позволяет сотрудникам, при помощи пары специальных очков детально рассмотреть и проверить до мельчайших деталей трехмерную модель, созданную при помощи BIM технологий.

Одними из компаний, практикующих VR и AR технологии, являются Daqri и Intellectsoft, применяя их для высококачественного рендера BIM моделей. Таким образом, выдавая клиентам специальное оборудование и показывая трёхмерные модели проекта, можно привлечь реальных покупателей.

Кроме дорогостоящих смарт-очков, можно использовать и более простые решения. К примеру, существует консалтинговая компания, использующая программу WakingApp. Это приложение позволяет создавать трёхмерные модели из чертежей в течении тридцати минут. Такая модель проецируется непосредственно поверх чертежей и на экран смартфона, что очень удобно как для клиентов, так и для проектировщиков.



Рис. 1. Пример использования приложения WakingApp

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

VR (virtual reality) – это технология, позволяющая создать нематериальную среду, которая моделирует реальные ситуации и демонстрирует предмет в натуральную величину таким, каким он будет после окончания строительства.

AR (augmented reality) – это технология, которая основана на наложении нематериальной, цифровой информации на объекты или определённую местность в реальном мире. Это отличный вариант в качестве наглядного пособия для того, чтобы показать внешний вид будущей постройки или наложить на существующее строение дополнительную информации.

На сегодняшний день сфера строительства является одной из самых развитых в мире. Следовательно, неизбежно внедрение инновационных технологий, которой и являются VR и AR. По данным зарубежных компаний, использование VR-технологий в строительстве практикуется не один год, даже на некоторых российских строительных объектах. Это сфера, в которой виртуальная реальность является незаменимым помощником. С помощью технологий виртуальной реальности, которые используются в VR-моделях и тренажерах, можно детально смоделировать уже готовую работу еще на стадии проектирования объекта, и внести изменения до начала строительства. Это позволит значительно уменьшить риски возникновения ошибок в проекте, а также приведет к уменьшению финансовых затрат.

VR-технологии не только снизят риски, но и сделают их практически полностью исключенными. В компании Serious labs недавно был выпущен учебный VR-тренажер для операторов подъёмных кранов. На данный момент подобные системы используются во многих сферах, хотя раньше они использовались только для обучения пилотов самолетов или вертолетов [5].



Рис. 2. Учебный VR-тренажер, разработанный компанией Serious labs

В основе данного модуля лежат 18 разнообразных тренировок, симулирующих работу подъёмного крана. Кроме них, существует 16 практик для подъёма груза различной техникой. Среднее время тренировки одного из модулей составляет 45 минут – для оператора с опытом работы и 1 час 15 минут для ученика. Во время прохождения тренировки программа наблюдает за действиями обучающегося и создаёт метрики, в результате которых можно будет узнать слабые и сильные стороны будущего оператора. Платформа для обучения состоит из подвижной базы с установленной на ней сенсорными датчиками, регуляторами подъёма и поворота, элементов управления и VR очков.

Следуя поговорки, что «учиться надо на чужих ошибках, но на своих быстрее доходит», учебные сеансы помогают прочувствовать последствия, которые могут случиться в случае несоблюдения требований техники безопасности. Каждое принятое решение внутри

виртуального мира предлагает позитивное или незабываемое негативное последствие. Таким образом человек не только читает, но и ощущает их на себе, не получая при этом травм.

Стоит отметить, что согласно исследованиям Global Market Insights, рынок обучения операторов при помощи VR технологий растёт на 13% в год.

Кроме интерактивного обучения, при помощи AR можно обучать при помощи наставничества, при это, непосредственное участие наставника не требуется. В случае затруднений, более опытный сотрудник или инженер может подсказать работнику, что делать, находясь в офисе. При этом он может видеть происходящее на участке глазами исполнителя.

А при использовании технологий HoloLens 2 от Microsoft (и подобных продуктов от других производителей) даёт возможность транслировать обучающий материал с помощью голограммы. В итоге, сотруднику достаточно только повторять действия из «учебника».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги статьи можно сделать вывод о том, что технологии дополнительной и виртуальной реальностей прочно оседают в нашей жизни и не только в качестве развлечения, но и находят практическое применения в различных сферах, и строительство тому не исключение. Главные преимущества использования таких технологий — это наглядности информации, которая будет понятна клиентам, ничего не знающим о строительстве. А также доступ в любое время всем участникам строительства. Если грамотно использовать такие ресурсы, то можно оптимизировать все строительные процессы и это позволит уменьшить затраты на непредвиденные ситуации, а также сократить время возведения здания или сооружения.

Но не смотря на всё это, в применении технологий виртуальной реальности есть свои минусы. Во-первых, оборудование для создания виртуальной или дополнительной реальности сложны в понимании и обслуживании. Требуются высококвалифицированные сотрудники, способные не только проектировать, но и создавать трёхмерные модели. Во-вторых, стоимость оборудования в настоящее время достаточно высока. Но наука не стоит на месте и уже совсем скоро VR и AR технологии станут более доступными, а двухмерные чертежи отойдут на второй план, уступая своё место более наглядным и подробным 3D моделям.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 1. С. 52-55.

2. *Киевский И.Л., Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 55-60.

3. *Сборщиков С.Б., Маслова Л.А.* Элементы информационно-аналитического обеспечения реинжиниринга объектов капитального строительства // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 7. С. 912-921.

4. *Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю.* Номенклатура работ, выполняемых в рамках строительно-технической экспертизы на основе информационных моделей // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 6. С. 48-55.

5. *Алексанин А.В.* Влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2021. № 2 (74). С. 11-19.

6. *Третьякова З.О.* Использование технологии дополненной реальности в учебном процессе курса инженерной графики. Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. 2018. С. 457-462. 7. *Мамонтов Д.К.* Обогащая реальность // Популярная механика. 2009. №9. С. 46-48 .

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

*Савчук Н.Ю., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Лазарева Н.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

В наши дни происходит интенсивное развитие информационных технологий в том числе и в строительной отрасли, где активно внедряются различные программы для упрощения и автоматизации строительных процессов. Предметом данного исследования является информационное моделирование на этапах жизненного цикла объекта капитального строительства. Цель данной работы заключается в выполнении анализа информационного моделирования в строительстве. Задачи, поставленные для достижения цели – анализ BIM технологий на этапах строительства.

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы люди всё больше стараются автоматизировать строительство, упростить его, сократить расходы при помощи информационного моделирования, сокращённо BIM (англ. Building Information Modelling). Изначально информационное моделирование было чем-то новым и неизведанным, что многих пугало, люди не понимали, как технологии смогут заменить человеческий труд и мышление. Однако сейчас BIM применяется повсеместно, и современные компании уже не могут представить работу без данных новшеств [1-4].

В 2007 году в стандарте National BIM Standard v1.0 были достаточно широко раскрыты идеология и цели информационного моделирования со стороны инфраструктуры. Позднее выпускались документы (стандарты PAS 1192-2:2013 и PAS 1192-3:2014), в которых более точно излагались задачи и методы в отношении инфраструктуры объектов, в пример приводились здания капитального строительства [5-8].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В основе идеи BIM технологий предлагается несколько концепций жизненного цикла объекта, рассмотрим некоторые из них.

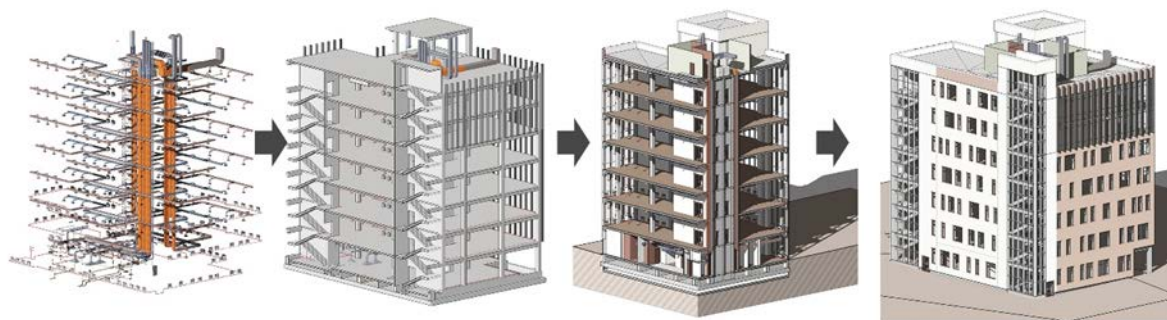


Рис. 1. Пример информационной модели объекта

В виде спирали жизненный цикл объекта представлен в документе National BIM Standard v1.0. Каждый виток спирали представляет собой реализуемый проект, состоящий из этапов.

Главные цели проекта выявляются на этапе Locate, затем на этапе Plan осуществляется постановка задач и разработка планов. Процессы проектирования выполняются на этапе Design, а строительства – Build. Эксплуатация объекта происходит на этапе Operate, а при необходимости реконструкции или ремонта объекта выделяют этап Renovate. Наконец, ликвидация, снос, демонтаж объекта – этап Dispose.

Представленный цикл является довольно обобщенным для зданий, и представляет этапы строительства и эксплуатации как целостный проект, имеющий общую цель и задачи.

Стандарт PAS 1192 предлагает более углубленную концепцию жизненного цикла: процессы строительства и эксплуатации разделены на крупные этапы, информация представлена более детально. Документом PAS 1192-2 предлагаются уровни информационной модели (LOD) и этапы жизненного цикла, описанные ниже.

Начальный этап - Strategy, в рамках которого выбирается лучшая идея для создания и управления объектом. Следующий этап - Brief - определяются цели проекта и создается информационная модель с кратким описанием уровней детализации. На этапе Concept является информационная модель соответствующего уровня. Обобщенная модель проектируемого здания без детализации разрабатывается на этапе Definition. Эта модель содержит необходимые данные для процедур анализа и оценки стоимости, а также осуществления предварительного подбора исполнителей работ.

Основой для разработки последовательности реализации проекта является модель уровня Production, которая проверяется на соответствие нормативной документации. Разрабатывается она на этапе Design. На этапе Build & Commission создаваемая модель развивается до уровня Installation, который включает в себя данные о проектных моделях субподрядчиков. На этапе Handover & closeout заказчику передается модель уровня As construction, содержащая всю необходимую для использования объекта информацию. Operation – этап эксплуатации, на котором регулярно обновляется информационная модель здания с уровнем детализации In use, которая формируется на основе модели предыдущего уровня «As construction».

Представленная в стандарте модель жизненного цикла представляется наиболее проработанной и целесообразно его использование при разработке моделей жизненного цикла объектов капитального строительства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что BIM технологии - это быстро развивающееся направление, которое в скором будущем поможет строительным компаниям упростить и автоматизировать строительство, сократить расходы на него, а также ускорить возведение объектов капитального строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Таланов В.В.* Основы BIM: Введение в информационное моделирование зданий.
2. *Киевский И.Л., Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 55-60.
3. *Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю.* Номенклатура работ, выполняемых в рамках строительно-технической экспертизы на основе информационных моделей // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 6. С. 48-55.
4. *Гинзбург А.В.* BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта / Информационные ресурсы России, 2016. No 5 – с. 28-31.
5. National Building Information Modeling Standard. Version 1. Part 1: Overview, Principles, and Methodology. National Institute of building sciences, 2007. 183 p.
6. PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. BSI Standards, 2013. 68 p.
7. PAS 1192-3:2014, incorporating corrigendum No.1. Specification for information management for the operational phase of assets using building information modelling. BSI Standards, 2013. 44 p.
8. ГОСТ Р 21.1101–2020. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации.

СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ НА ЭТАПЕ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

*Бережнов А.А., студент 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав. кафедрой ТОУС, д.э.н. к.т.н., профессор*

Аннотация

Авария в строительстве подразумевает потерю прочности определенных конструкций здания или сооружения, потерю устойчивости или любое другое происшествие, которое нарушает строительные нормы безопасной эксплуатации здания или сооружения.

ВВЕДЕНИЕ

В обязанности эксперта-строителя входят решения о влиянии выявленных нарушений правил и норм строительства на прочность сооружения и безопасность эксплуатации объекта, о возможности устранения этих нарушений, ресурсозатраты и сроки проведения подобных строительно-производственных работ. Также эксперт принимает решение о том, является ли состояние объекта аварийным, таким, при котором величина деформаций главных несущих элементов превышает свою предельную величину. При превышении предельно-допустимой величины здание разрушается или теряет свою устойчивость.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В современном мире распространены задачи строительной-технической экспертизы различных видов недвижимости такие как: определение рыночной стоимости объекта, стоимость объекта при условиях ограниченного рынка, цена возмещения ущерба, стоимость эксплуатационных работ, размеры денежных выплат при современном налогообложении, инвестиционная стоимость объекта. На каждую из этих задач в первую очередь влияет специфика объекта, его геометрические характеристики и расположение.

При возникновении аварийной ситуации эксперт устанавливает наличие повреждений на несущих элементах, их габариты, причины, по которым эти повреждения могут возникнуть вновь или развиваться далее, а также объем и цену работ по восстановлению сооружения до первоначального состояния.

Для проведения экспертизы, уполномоченному лицу необходимо предоставить следующие материалы:

- проектно-сметная документация, акты выполненных работ и приемки здания, акты расследования причин аварий, акты скрытых работ и акты проведения испытаний;
- документы, имеющие данные о плановых профилактических осмотрах сооружения и его инженерных сетей.

Так как современных масштабы строительства огромны за правонарушения в строительной отрасли существует уголовная ответственность, если правонарушения повлекли за собой чью-либо смерть, причинение тяжкого вреда здоровью или крупный финансовый ущерб. При расследовании подобных ситуаций от экспертного органа требуется предоставить заключения о факте отступления пострадавшим рабочим от правил безопасности и дисциплинарных норм поведения, установление причинно-следственной взаимосвязи между правонарушениями и последствиями, возможности предвидеть и предотвратить аварийную ситуацию, возможность технического восстановления и экономической целесообразности восстановления объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимость строительной-технической экспертизы возникает из-за того, что в процессе строительства нередко допускаются внепроектное возведение, некачественно проведенные изыскательные работы и прочие правонарушения, расследование которых

нужно для определения правильности проведенных работ, их фактических объемов, обоснованность ресурсозатратности на объект.

Общая методика проведения строительно-технической экспертизы заключается в сопоставлении данных, полученных инструментально и визуально с теоретическими данными, взятыми из проекта, строительных норм и правил.

Иногда для проведения экспертизы, необходимо проведение испытаний. В таком случае испытание должно основываться на правилах организации рабочего процесса в производственных организациях и отвечать утвержденным компетентными государственными органами нормативным актам. Испытания обязаны соответствовать процессуальной норме и требованиям ведомственных регламентирующих документов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В.* Стоимостной инжиниринг как основа интеграции процессов планирования, финансирования и ценообразования в инвестиционно-строительной деятельности // Вестник МГСУ. 2015. № 11.

2. Судебная строительно-техническая и стоимостная экспертизы: актуальные проблемы и пути их решения. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции в форме «круглого стола» (Москва, 3 октября 2019 г.). Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, 2019

3. *Бутырин А.Ю.* «Теория и практика судебной строительно-технической экспертизы».

4. *Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю., Опарина Л.А.* Организация претензионно-исковой работы в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 61-66.

5. *Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю.* О принципах информатизации строительно-технических экспертиз // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 7. С. 41-45.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ

*Киценко Д.П., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г.Мытищи
Научный руководитель – Борисюк Е.А., доцент кафедры ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

Ячеистый бетон очень широко применяется в современном строительстве. Обладая высокими теплоизоляционными и технологическими свойствами, он широко используется при возведении ограждающих конструкций зданий. Ячеистые бетоны отличаются от всех других типов бетона наличием в своей структуре развитой системы пор, заполненных газом или воздухом. Анализ современных научных и литературных данных показывает, что улучшение качества ячеистых бетонов возможно за счет увеличения среднего размера пор, а также повышения прочности межпоровых перегородок, образующих несущий скелет. Использование ячеистого бетона в строительстве позволяет снизить сроки и затраты на возведение зданий.

ВВЕДЕНИЕ

Обычный тяжелый бетон, как правило, используется в строительстве зданий и сооружений при возведении несущих конструкций. Для возведения ограждающих конструкций обычно применяют материалы с низкой теплопроводностью, это высокоэффективный керамический кирпич, легкий бетон и пр. Ячеистый бетон является разновидностью легких бетонов, но отличается более высокими техническими и технологическими характеристиками. В настоящее время это наиболее широко применяемый материал для ограждающих конструкций как многоэтажных монолитных, так и малоэтажных зданий и отличается высокой скоростью производства работ.

Ячеистые бетоны подразделяют на: газобетон, пенобетон, газопенобетон.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Современные технологии производства позволяют получать ячеистые бетоны нового поколения, которые отвечают всем основным требованиям, предъявляемым к теплоизоляционным и теплоизоляционно-конструкционным материалам, а стены из такого бетона “дышат”, создавая внутри помещения благоприятный микроклимат. Применение ячеистого бетона позволяет обеспечить необходимую теплоэффективность здания, для Москвы и Подмосковья, при толщине стены в 400 мм.

В зависимости от способа твердения, ячеистый бетон различают как автоклавный (с повышенной прочностью) и неавтоклавный. Автоклавный бетон получают за счет его твердения в среде насыщенного пара при температуре свыше 105°C и давления в несколько атм, в специальных установках – автоклавах. У неавтоклавного бетона, процесс твердения происходит в нормальных условиях, либо путем электропрогрева, при температуре ниже 100°C.

В промышленных масштабах производят следующие разновидности ячеистых бетонов:

Газобетон (рис.1) получают, в результате вспучивания пластичного теста газом, выделяющимся при химической реакции между Ca(OH)_2 – образующемся при взаимодействии цемента с водой и добавки алюминиевой пудры или перекисью водорода [1].



Рис. 1. Газобетон

Пенобетон (рис. 2) – материал с замкнутыми порами, который получают путем введения в цементный раствор пенообразователя. Смесь стабилизируется посредством перемешивания. В некоторых случаях в готовый раствор добавляют уже стабилизированную пену [1].



Рис. 2. Пенобетон



Рис. 3. Фрагмент кладки из газосиликата

Пеногазобетон – современный строительный материал, для получения которого применяют технологию, предполагающую использование вышеперечисленных методов, а также технологий аэрирования под давлением [1].

По составу автоклавный и неавтоклавный газобетоны принципиально различаются главным образом видом вяжущего – для автоклавного используют в качестве вяжущего воздушную известь (при получении газосиликата) и реже цемент, для неавтоклавного – только портландцемент. Оба этих вида ячеистых бетонов имеют как достоинства, так и недостатки. Неавтоклавный газобетон на портландцементе имеет повышенную водостойкость, силикатный газобетон не требует дорогого портландцемента, но при этом водостойкость его ниже.

Свойства ячеистых бетонов определяется их пористостью, видом вяжущего и условиями твердения. Анализ литературы по вопросу повышения качества ячеистых бетонов, позволил выявить некоторые основные тенденции [4].

При снижении средней плотности и одновременном увеличении прочностных показателей ячеистого бетона сопровождается увеличением прочности материала на растяжение.

Повышение прочностных показателей ячеистого бетона на растяжение улучшает его эксплуатационные показатели, а так же способствует принятию при проектировании объектов более экономичные решения.

В целом добиться улучшения их качества возможно за счет дальнейшего совершенствования технологических приемов, а также применения некоторых химических и минеральных добавок, а именно:

1. Применение совместного помола кремнеземистого компонента полифракционного состава и вяжущего способствует повышению плотности и прочности межпоровых перегородок. Применение сухого способа подготовки компонентов сырьевой смеси увеличивает на 15-20% прочностные показатели ячеистого бетона и снижает суммарную энергоёмкость технологического процесса производства ячеистых бетонов примерно в 1,5 раза [3].

2. Введение в ячеистобетонную смесь тонко диспергированных природных или искусственных стекол, обеспечивающих, в присутствии добавок - активизаторов твердения при автоклавной обработке, высокие прочностные показатели [3].

3. За счет дисперсного армирования силикатного камня тонковолокнистыми добавками фибры, которое повышает прочностные показатели ячеистого бетона на растяжение. Оно позволяет влиять на характер напряженного состояния матрицы ячеистого бетона при воздействии нагрузок и за счет перераспределения напряжений тормозить процессы развития трещин и разрушения материала. Фибра из базальта, минеральных волокон, стекловолокон повышает прочность межпоровых перегородок, снижает хрупкость. Ячеистый бетон становится более вязким материалом. Размер фибры составляет от 5 до 40 мм, что позволяет располагается ей в тонких перегородках, повышая прочность как на сжатие, так и на растяжение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ячеистый бетон требует к себе особого внимания и отношения при его применении и является наиболее перспективным материалом для возведения ограждающих конструкций в строительстве за счет своих теплоизоляционных характеристик. Основные направления улучшения качества ячеистого бетона сводятся к уменьшению средней плотности и увеличению прочности ячеистых бетонов одновременно, что возможно при использовании современных химических добавок и цементно-полимерных связующих.

Дефекты ячеистого бетона, проявившиеся в уже готовых конструкциях, в основном, однотипны и связаны напрямую с человеческим фактором: неправильное использование, кладка, отсутствие армирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Микульский В.Г., Горчаков Г.И., Козлов В.В., Куприянов В.Н., Ориентлихер Л.П., Рахимов Р.З., Сахаров Г.П., Хрулев В.М.* Строительные материалы. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Дата обращения: 22.02.2022.

2. *Серова Р.Ф., Касумов А.Ш., Величко Е.Г.* Проблемы производства и применения ячеистого бетона. Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=40496>. Дата обращения: 22.02.2022.

3. *Сулейманова Л.А., Коломацкий А.С., Погорелова И.А., Марушко М.В.* Повышение эффективности производства и применения ячеистых бетонов. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-proizvodstva-i-primeneniya-yacheistyh-betonov/viewer>. Дата обращения: 23.02.2022.

4. *Назарова О., Рупневский Р., Федоров Д.* Виды ячеистых бетонов: классификация, характеристики и особенности производства. Режим доступа: <https://beton-house.com/vidy/sravneniya/vidy-yacheistyh-betonov-847>. Дата обращения: 23.02.2022.

ПРЕИМУЩЕСТВО И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Свистунова Д.А., студентка 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав. кафедрой ТОУС, д.э.н. к.т.н., профессор*

Аннотация

На сегодняшний день во всех сферах нашей жизни на первый план выходит поиск новых, более современных методов и технологий, способных улучшить жизнь людей. В сфере строительства одним из таких методов является строительство при помощи аддитивных технологий. Предметом данного исследования является строительство малоэтажных зданий и сооружений. Цель данной работы заключается в выявлении преимуществ аддитивных технологий перед «классическим» строительством. Задачи, поставленные для достижения цели – анализ возможностей, которые открываются при использовании строительных 3D принтеров в современном строительстве.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы в том, что в любой отрасли современного мира возникают проблемы. Строительная отрасль не осталась в стороне. Для строительства эти проблемы были определены десятилетия назад. Работа в суровых условиях, снижение производительности, недостаток квалифицированной рабочей силы, безопасность на строительной площадке, большое количество и транспортировка строительных материалов на строительную площадку[1,2] – это только некоторые из проблем. Для решения этих проблем люди прибегают к различным технологиям. Одной из таких технологий является строительная 3D печать

Применение такой технологии позволит сократить количество необходимого персонала, затраты на строительные материалы, времени изготовления продукции, что сулит коммерческие выгоды и выводит современное строительство на новый уровень развития.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аддитивная технология (АТ) представляет собой изготовление объекта послойно, основываясь на ранее подготовленной (сконструированной) трёхмерной модели, которая отправляется в память компьютера в виде большого количества нарезанных тонких слоёв и в последствии полученный код загружают на принтер и транспортируют на место, предназначенное для строительства объекта (рис.2).



Рис. 1. Этапы 3D печати

Строительство считается профессией с высоким риском, имеющей наибольшее количество смертей, чем в любой другой отрасли [5].

Когда строительство в суровых условиях неизбежно – возникают трудности, риски, что может сказаться на строительстве, качестве и на безопасности человека. Аддитивные технологии могут предоставить услуги по автоматизации как некоторых строительных процессов, так и по возведению несущих стен, отдельных элементов здания (рис.2).

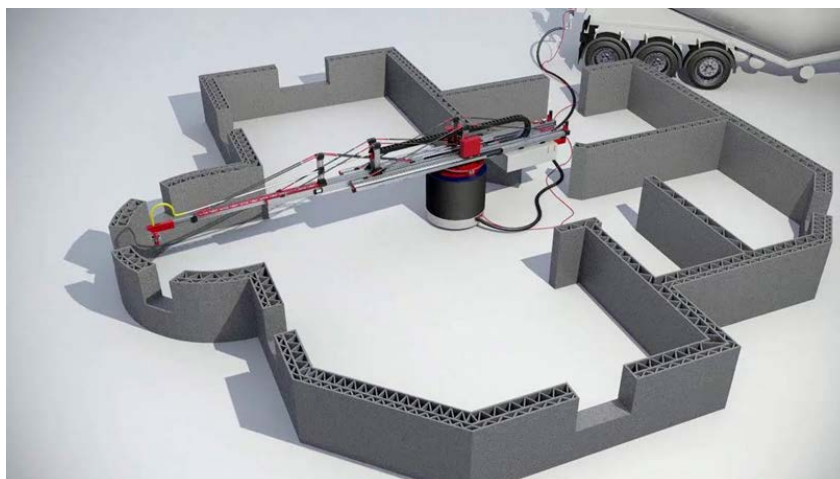


Рис. 2. Иллюстрация возведения несущих стен здания

Аддитивные технологии позволяют печатать индивидуальные детали, части здания, декоративные элементы в заводских условиях за непродолжительный промежуток времени. И вместо того, чтобы привлекать различные компании, наемных работников – можно использовать аддитивные технологии, решая одну из проблем – низкая производительность.

Помимо снижения производительности труда, наблюдается сокращение квалифицированной рабочей силы. Подрядчикам трудно найти рабочую силу с требуемыми навыками, а для ее обучения может понадобиться много времени, денег и сил. Используя АТ, для работы в строительстве, потребуются несколько иные навыки, отличные от нынешней практики. Переход от трудоемкой рабочей среды, к более технической, требующей компьютерных и производственных навыков.

Еще к одному из преимуществ аддитивных технологий можно отнести сокращение опалубки во время строительства. В настоящее время бетонные конструкции возводятся с использованием временной опалубки. Затраты на опалубку и материалы составляют 35-60% [3] от общей стоимости монтажных работ. Сокращение использования опалубки не только сокращает количество отходов, получаемых во время строительства, которые составляет около 23% от общего количества отходов [4], но и снижает стоимость строительства и время, необходимое для монтажа и демонтажа опалубки.

Новой практикой может стать изготовление сборных элементов за пределами строительной площадки, поскольку это снижает влияние суровых условий, ограждает рабочих от несчастных случаев и при этом повышает качество изготавливаемой продукции, но, к сожалению, сборные элементы нужно доставлять на место строительства, что может вызвать некоторые трудности. (рис.3,4)



Рис. 3. Отдельные элементы здания.



Рис. 4. Элементы благоустройства.

Для полноценной работы на строительной площадке достаточно присутствия одного оператора, наличие 3D принтера и при необходимости бетономешалки, так как некоторые принтеры могут самостоятельно замешивать бетонную смесь и выдавливать ее с помощью экструзии. Такой состав практически исключает человеческий фактор, ведь 70% брака – нарушение технологии производства рабочими. Также появляется возможность работы и в ночное время, с учетом посменной работы оператора и хорошо устроенной логистики.

Сегодняшнее развитие технологий позволяет, используя метод трёхмерной печати в сфере строительства, применять различные составляющие мелкозернистого фибробетона со специальными добавками и другие геополимерные составляющие. Использование этих технологий может привести к серьёзному снижению себестоимости строительных работ. А вместо арматуры можно использовать инновационную технологию тканых объёмно-сетчатых каркасов.

3D принтер может стать находкой при строительстве жилых помещений в местах, подвергшихся стихийным бедствиям, так как это одно из тех мест, где необходимо минимизировать время возведения зданий и сооружений объектов [6;7].

Архитекторы начали использовать 3D печать в мелкомасштабных моделях зданий как способ представить концепцию своего дизайна заказчику. Благодаря достижениям крупномасштабного проектирования стало возможным создавать более сложные внешние и внутренние геометрии, которые было бы сложно и дорого создавать классическим методом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основываясь на проведённом исследовании, можно сделать следующий вывод. Сегодняшнее развитие современных технологий в области 3D-печати дают возможность значительно сократить затраты на время, деньги и рабочую силу, а так же увеличить точность выполнения проектов и моделирование жилищных комплексов. Из просмотренного обзора, можно понять, что у данной технологии есть перспективное будущее и оправданное присутствие на современном рынке, и можно предположить, что в будущем эта технология может стать конкурентом традиционного способа возведения зданий и сооружений в определённых регионах и местностях разных стран в связи с её возможностями и экономической выгодности. Эта технология позволит людям использовать её в повседневной жизни, на производстве и позволит сэкономить на изготовлении многих деталей, а в последствии и стоимость конечного продукта.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. *Warszawski*, R. *Navon*, Implementation of robotics in building: Current status and future prospects, J. Constr. Eng. Manag. 124 (1998) 31–41.
2. B. *Khoshnevis*, G. *Bekey*, Automated Construction Using Contour Crafting—Applications on Earth and Beyond, Nist Spec. Publ. Sp. (2003) 489–494.
3. D.W. *Johnston*, Design and construction of concrete formwork. In E. G. Nawy (Ed.), Concrete construction engineering handbook. (pp. 7.1-740)
4. J. *Pegna*, Exploratory investigation of solid freeform construction, Autom. Constr. 5 (1997) 427–437.
5. S. *Keating*, Beyond 3D Printing: The New Dimensions of Additive Fabrication, Des. Emerg. Technol. UX Genomics Robot. Internet Things. (2014) 379.
6. *Алексанин А.В., Маркевич А.И.* Использование аддитивных технологий при возведении зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 62-65.
7. *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.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Зуева М.К., студентка 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент кафедры ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Несмотря на активное развитие системы регулирования в отношении минимизации отходов, строительство по-прежнему является одним из наиболее загрязняющих промышленно развитых секторов. Внедрение современных информационных технологий позволяет улучшить систему контроля как за процессом строительства объекта в целом, так и за контролем обращения строительных отходов в частности. Целью данного исследования является анализ существующих информационных систем, применяемых в сфере обращения строительных отходов в России и зарубежных странах.

ВВЕДЕНИЕ

Благодаря цифровым технологиям возможно визуально отслеживать не только процесс проектирования зданий, но и полный цикл их жизни - от этапа строительства до сноса и утилизации. Совершенствование системы контроля за обращением строительных отходов предлагается за счет использования информационных технологий, которые являются надежным инструментом для обеспечения устойчивого развития регионов [1-3].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Правительство Москвы и Московской области с 1 июня 2021 года активно занимается проблемой сокращения образования строительных отходов (рис.1), внедряя автоматизированный контроль, позволяющий снизить количество свалок на 61%.



Рис. 1. Отходы строительства и сноса зданий и сооружений

Решению задач по цифровому контролю перемещения отходов, оценке заполнения комплексов переработки и пресечению нелегальных свалок способствует развитие современных специализированных комплексов по утилизации строительных отходов. На стройках Москвы внедрение систем контроля началось с 1 января 2022 года. Принимаемые меры необходимы для уменьшения количества отходов, обеспечения рационального и экологичного строительства объектов из переработанных материалов и т.п. К тому же

предприятия могут возвращать часть отходов обратно в производственные процессы, продвигать и искать возможности для использования переработанных материалов в новой продукции.

На сегодняшний день в Москве действует площадка для агрегации в электронном виде всей информации в сфере обращения отходов строительного производства, учитывающая их перемещение, переработку или захоронение. Отслеживание, транспортирование и передача строительных отходов осуществляется с помощью приложения, что помогает дополнительно отслеживать добросовестность подрядчика за счет четко установленного срока транспортирования и передачи отходов. Данные телеметрии помогают выявить наличие груза в кузове машины, отслеживают ее маршрут, время в пути и массу груза, фиксируются также фото «до» и «после» въезда на пункт переработки. Существуют также штрафные меры за допущенные нарушения при перемещении строительных отходов [4,5].



Рис. 2. Схема передачи данных с транспортного средства

В США примером использования информационных технологий стала система DigiBuild. Эта платформа управления строительными проектами с поддержкой блокчейна, она позволяет полностью управлять всем процессом строительства – закупками, бюджетом, графиками, контрактами, платежами, утилизацией строительных отходов. Благодаря ей устраняются риски, споры, экономится время и создается более здоровая строительная индустрия.

В Германии уровень переработки отходов строительства и сноса составляет 89,8%, в том числе благодаря развитию переработанных заполнителей - для производства бетона используются переработанные заполнители из строительных отходов и отходов сноса. Этот вариант был разработан компанией Deisl и задуман, в частности, в рамках национального исследовательского ВІМ-проекта по переработке минеральных строительных материалов, который финансировался Федеральным министерством образования и научных исследований Германии. В рамках этого ВІМ-проекта была изучена и продемонстрирована на практике техническая возможность использования переработанных заполнителей для производства бетона в строительной инженерии [6].

Также во многих странах для эффективного контроля и управления строительными отходами используются беспилотные летательные аппараты и методы фотограмметрии. В Китае использование технологии Internet of Things (IoT) позволяет улучшить эффективность управления логистикой при перемещении строительных отходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате можно сделать вывод, что использование информационных технологий имеет большой потенциал в сфере контроля за обращением строительных отходов. Минимизация образования отходов строительства и сноса, а также их повторное

использование помогут не только улучшить экологию, но и значительно сократить расходы на новое строительство

ЛИТЕРАТУРА

1. *Aleksanin A.* Potential for the use of information systems in the management of construction waste // В сборнике: МАТЕС Web of Conferences. 2018. С. 04081.

2. *Aleksanin A.* Modern methods of increasing the level of resource saving in construction // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 23, Construction - The Formation of Living Environment. Сер. "XXIII International Scientific Conference on Advance in Civil Engineering: "Construction - The Formation of Living Environment", FORM 2020 - Management in Construction" 2020. С. 062028.

3. *Aleksanin A.* Development of construction waste management // В сборнике: E3S Web of Conferences. 22nd International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2019. 2019. С. 06040.

4. Цифровые решения в сфере обращения со строительными отходами дают хорошие результаты // Режим доступа : <https://mer.mosreg.ru/sobytiya/novosti-ministerstva/17-09-2021-12-39-40-tsfrovye-resheniya-v-sfere-obrashcheniya-so-stroi>. Дата обращения: 06.02.2022.

5. Цифровой контроль за процессом обращения отходов строительства и сноса// Режим доступа: <https://stroj.mos.ru/oss>. Дата обращения: 07.02.2022.

6. *Johnny Bolden, Taher Abu-Lebdeh and Ellie Fini.* Utilization of recycled and waste materials in various construction applications // Режим доступа: <https://thescipub.com/pdf/ajessp.2013.14.24.pdf>. Дата обращения: 10.02.2022.

ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Потехин Н.И. студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Жаров Я.В., доцент кафедры ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

В 21 веке происходит стремительное развитие информационных технологий во всех сферах профессиональной деятельности человека. В строительной сфере также происходит внедрение различных программных комплексов, которые в той или иной степени упрощают работу. Уже существует множество программ, в которых происходит создание чертежей зданий (сооружений), что освобождает проектировщиков от ручной работы и переносит их деятельность в компьютер. Но развитие информационных технологий в строительстве на этом не останавливается, так как существует ряд проблем, с которыми работники сталкиваются, даже используя программное обеспечение. Наибольшее количество ошибок возникает на этапе организации строительного производства, которые приводили к задержкам строительства, финансовым перерасходам и повышенными трудозатратами. Решение было найдено в технологиях информационного проектирования. Целью данной работы является рассмотрение того, как информационные технологии справляются с проблемами, возникающими на этапе организации строительного производства. Задачи, поставленные для достижения цели- рассмотрение понятия технологий информационного моделирования, анализ их преимуществ при разработке организационно технологической документации

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в строительной отрасли происходит глобальный переход к технологиям информационного моделирования (далее ТИМ). Каждая страна разрабатывает свою стратегию перехода к ТИМ на законодательном уровне, выделяя так называемые уровни зрелости. Россия не стала исключением и, начиная с 2017-го года, начала активно заниматься продвижением ТИМ.

Кратко рассмотрим, что из себя представляет данная технология. Технология информационного моделирования или BIM (Building information modeling)- это процесс построения информационной модели здания (сооружения), включающий в себя сбор и обработку архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и другой информации об объекте строительства в процессе проектирования. В свою очередь информационная модель (далее ИМ) - это структурированная информация о проектируемом или существующем объекте, пригодная для компьютерной обработки. В качестве основных преимуществ ТИМ можно выделить:

- так как информационная модель представляет собой трехмерную визуализацию объекта, это позволяет всем заинтересованным лицам получать информацию о его состоянии на всех этапах строительства и эксплуатации;
- в результате структурированного хранения информации, при внесении изменений в любой раздел проекта можно наглядно проследить изменения во всех взаимосвязанных проекциях;
- значительно сокращается срок разработки проектной документации;
- уменьшение вероятности возникновения ошибок, в результате своевременного выявления коллизий на этапе проектирования;
- наглядность расчетов строительных конструкций;
- возможность автоматической выгрузки необходимых материалов проекта по требованию контролирующей организации;
- возможность централизованного хранения и управления бухгалтерскими отчетами, договорами и другой документацией;
- значительное снижение финансовых затрат и сроков ввода объекта в эксплуатацию.

Но у ТИМ так же имеются и недостатки, в основном связанные с внедрением в строительную отрасль. Основными из таких являются:

- нежелание компаний переходить к новым для них технологиям;
 - затраты на дополнительное обучение персонала и необходимость более мощного оборудования для работы;
 - кардинальное изменение структуры организации в результате автоматизации большого количества процессов.
- ТИМ кардинально меняют и упрощают процесс разработки проектной документации, в разы снижая затраты на проект.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Наибольшие финансовые затраты при реализации проекта приходятся на этап строительства. Для того, чтобы правильно организовать данный этап и не допустить перерасходов, опозданий или, в худшем случае, полного провала проекта, нужно тщательно подойти к разработке организационно-технологической документации, в частности проекта организации строительства (далее ПОС). ПОС представляет из себя раздел проектной или рабочей документации, содержащий в себе наиболее эффективные решения по организации строительства и технологиям производства строительных работ, обеспечивающий безопасность при проведении работ и имеющий целью ввод объекта в эксплуатацию в поставленные сроки и с необходимым качеством.

С внедрением ТИМ в строительную отрасль начался переход к цифровому проекту организации строительства. Он представляет из себя цифровую модель процесса строительства, основанную на 6D технологиях, включающих трехмерную модель здания (сооружения), график выполнения строительно-монтажных работ (далее СМР), ресурсы строительства, финансы. Иными словами, информационная модель на этапе разработке цифрового ПОС дополняется информацией о процессах выполнения СМР, ресурсах, необходимых для их производства, и финансовой составляющей, необходимой для их реализации.

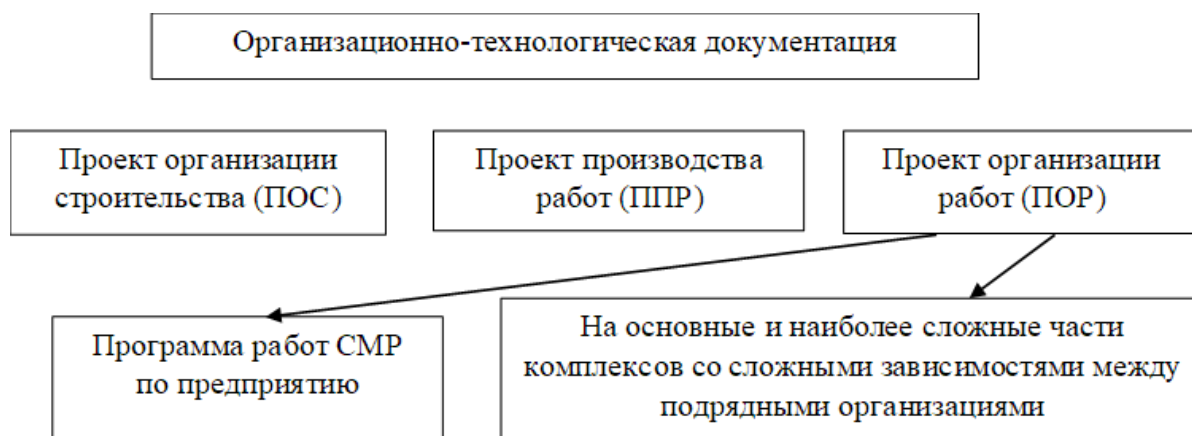


Рис.1. Схема организационно-технологической документации



Рис. 2. Схема организационно технологической документации с использованием ТИМ

После разработки ПОС приступают к разработке проекта организации строительства (далее ППР), который так же модернизируется с введением ТИМ. Рассмотрим подробнее разработку одной из частей ППР, а именно технологической карты (далее ТК), с применением ТИМ.

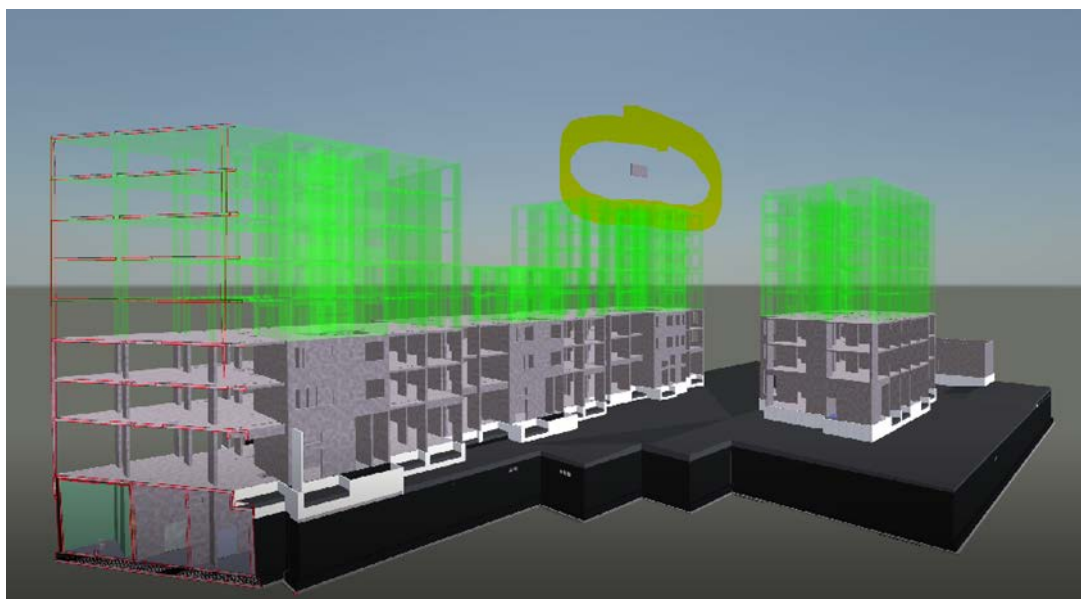


Рис. 3. Фрагмент комплексной цифровой информационной модели производства работ

ТК представляет из себя организационно-технологический документ, разрабатываемый для определенного технологического процесса, определяющий последовательность выполнения операций, трудоемкость, необходимую материальную базу, необходимые средства механизации, требования к качеству и приемке работ. Для повторяющихся работ или для типовых проектов в целом может быть разработана одна типовая технологическая карта (далее ТТК).

Чтобы подробнее описать разработку ТК с использованием ТИМ, рассмотрим процесс разработки ТК на устройство монолитных конструкций фундаментной плиты.

Выделение фронтов работ, одна из задач организационно-технологического проектирования, может быть решена при помощи работы с цифровой информационной моделью объекта. Цифровой подход позволяет не только наглядно смоделировать, но и получить детальную ведомость объемов работ, спецификацию материалов с разбиением количественных показателей по захваткам. Дополнительными преимуществами можно считать оперативность внесения изменений и снижение трудозатрат на вариантное проектирование

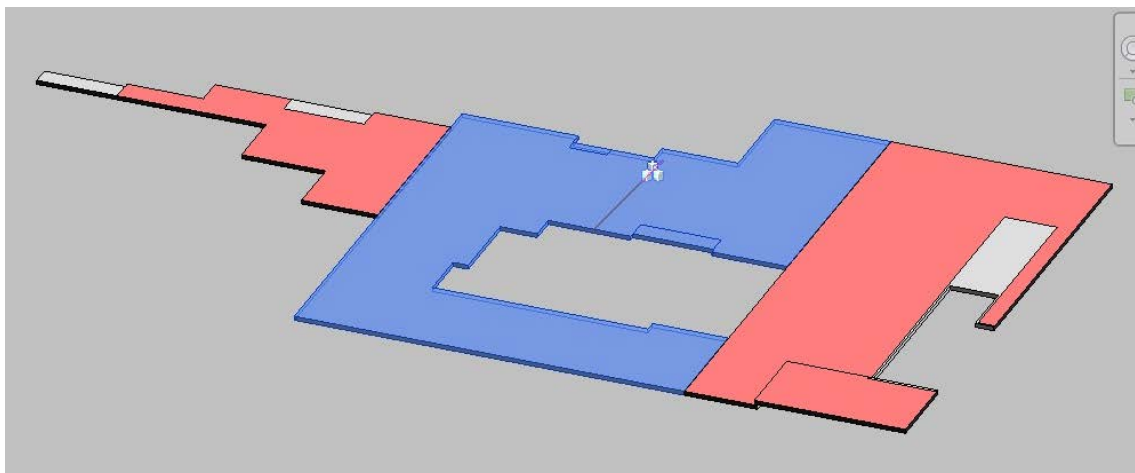


Рис. 4. Схема выделения фронтов работ в ЦИМ ОКС для фундаментной плиты

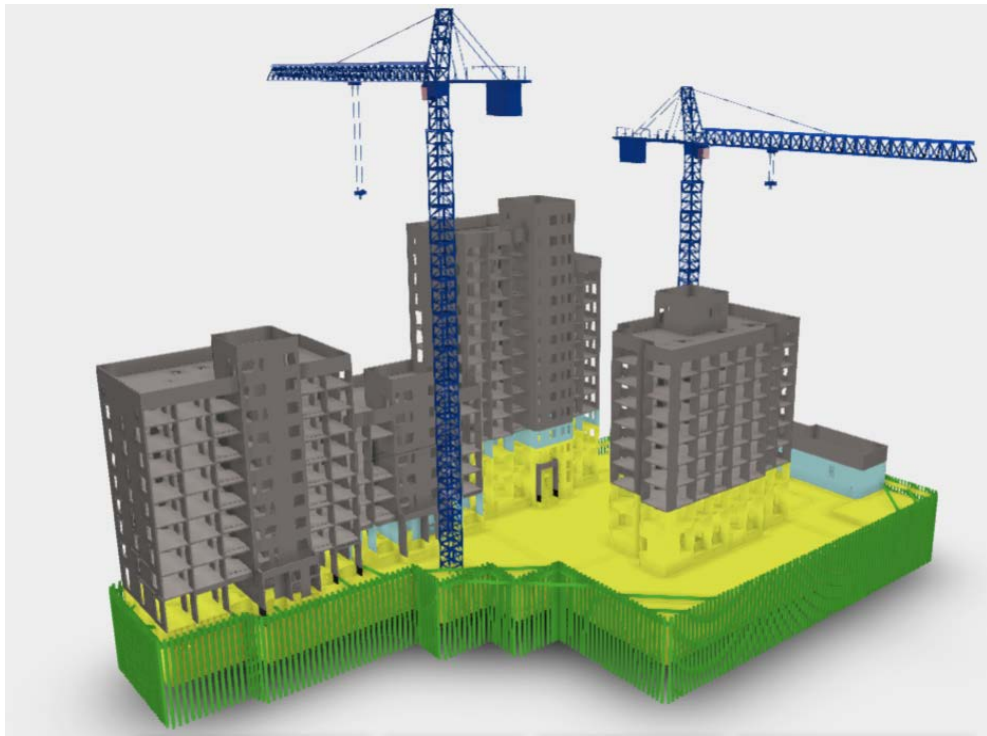
Перечень работ при устройстве монолитных конструкций фундаментной плиты следующий:

- монтаж щитовой опалубки;
- установка арматурных каркасов и плоских стержней;
- бетонирование фундаментной плиты;
- демонтаж щитовой опалубки.

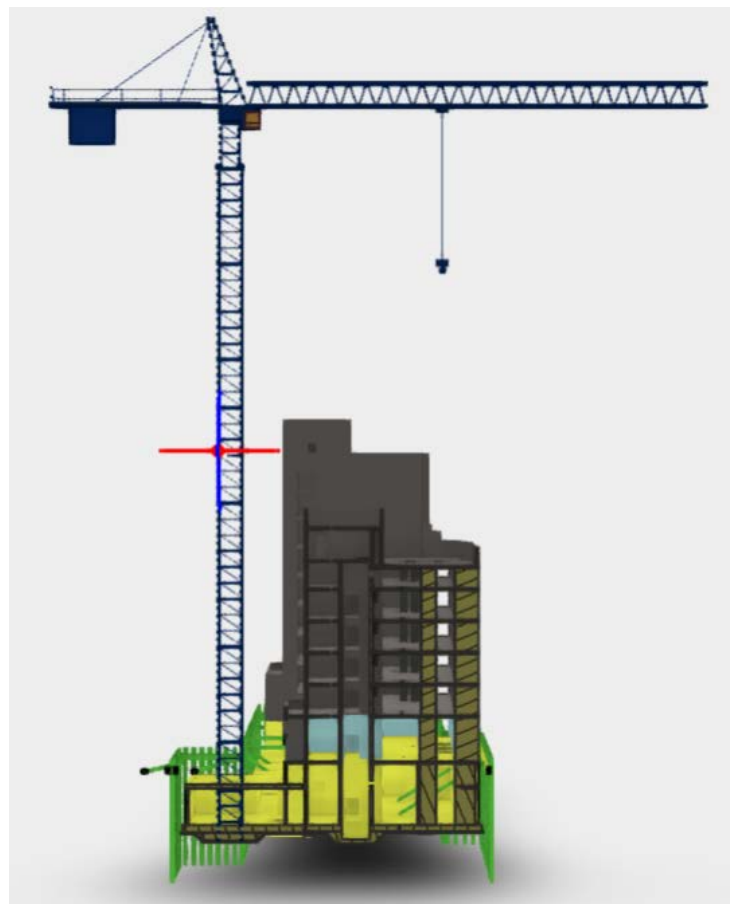
С использованием ТИМ каждый из вышеперечисленных процессов может быть смоделирован в цифровой среде с применением соответствующего программного обеспечения. С одной стороны это позволяет заниматься цифровым организационно-технологическим моделированием с высокой детализацией с другой в значительной степени усложняет процесс создания ЦИМ ОКС. Учитывая сложности, возникающие на этапе цифровизации строительной отрасли, стоит рассмотреть вариант семантического насыщения атрибутивными параметрами ЦИМ ОКС, что в свою очередь позволит охватить весь перечень работ и сохранить уровень проработки ЦИМ ОКС достигнутый на этапе архитектурно-конструктивного проектирования.

Данная ТК в свою очередь состоит из ГТК по производству соответствующих работ, которые необходимо смоделировать в цифровой среде и добавить к модели цифрового ПОС. Воспроизведение ГТК в цифровой среде достигается наполнением информационной модели здания (сооружения) соответствующей информацией о необходимой материальной базе, трудозатратах, требованиях качества и технике безопасности.

Как результат на этапе выполнения СМР мы получаем аналитическую информационную модель ОКС. Всё вышеперечисленное моделируется, в результате чего заказчик и все заинтересованные лица могут наглядно проследить процесс выполнения СМР.



a)



б)

Рис. 5. а, б – аналитическая информационная модель реализации проекта, размещенная в СОД

Устройство фундамента. Захватка ФП-6/7					
Описание	Обсуждение	План	Файлы	История	ВМ
Тип:	Задача/ГПР				
Родительская задача:	Устройство фундамента. Захватка №1 (секции 3,4)				
Название:	Устройство фундамента. Захватка ФП-6/7				
Описание:					
Проект:	Жилой дом (Судостроительная ул., влд.15)				
Начало:	05.08.2021 9:00				
Окончание:	28.12.2021 2:36				
Ответственный:	АО "ВСИ"				
Контролеры:					
Участники:					
Microsoft Project ID:	175				
Microsoft Project Unique ID:	1 510				
Базовое начало:	05.08.2021 9:00				
Базовое окончание:	10.08.2021 9:00				
% завершения:	99,00				
% завершения базовой:	100,00				
Статус приемки:	Приёмка				
ВМ:	C-15_CTR_ИМ.nwd				
Классификатор НПЦ:	JABN				
Объем, м. куб.:	207,00				
Масса (результатирующая), т:	0				
O_Классификатор:					
Классификатор_НПЦ:					

Рис. 6. Семантическая, атрибутивная информация в составе аналитической информационная модель реализации проекта размещенной в СОД

Атрибутивная информация может быть дополнена исходя из соображений целесообразности и увязки операционный процессов с СОД. К примеру, задача «монтаж крупнощитовой опалубки» будет включать в себя информацию о количестве опалубочных щитов, стоимости их аренды (покупки), необходимых трудозатратах рабочих и необходимых для монтажа средств механизации, требуемом качестве монтажа. Все эти атрибуты переносятся в информационную модель, при этом все рабочие процессы моделируются. В последствии на основе этих данных могут быть получены отчеты и калькуляции.

Очень интересным решением с точки зрения систематизации данных является привязка ТТК к отдельным элементам здания (к примеру привязка к ригелю ТТК по монтажу железобетонных ригелей). Это позволяет удобнее хранить данные по всем процессам возведения здания (сооружения), а также проводить систематизированный контроль выполнения этих процессов.

Процесс контроля выполнения СМР с использованием ТИМ также отличается от традиционного. Контроль проводится по так называемым контрольным точкам (далее КТ). КТ прикладывается к типовым элементам здания, что позволяет создать оптимальный график и маршрут движения контролирующих служб. Для проведения контроля так же может использоваться специальная техника, которая будет производить сканирование элементов и передавать необходимую информацию. Главным преимуществом использования ТИМ в строительном контроле является то, что информация по контролю передается в информационную модель, что позволяет наглядно проследить, соответствует ли выполненная работа запланированному сценарию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно уверенно сказать, что технологии информационного моделирования, несомненно, упростят в будущем разработку как типовых проектов, так и уникальных, повысят в целом качество строительства и надежность зданий (сооружений).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вайсман С.М., Байбури А.Х.* Разработка организационно-технологических решений в строительстве с использованием технологий информационного моделирования (тим)// Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. С. 21-28.
2. *Карастоянов П.Д., Ткаченко К.Ю., Селиванова О.С., Бочарова А.А., Грачева А.С., Васильев М.Д., Хаширов З.А.* Анализ перехода на технологии информационного моделирования зданий и сооружений (bim-технологии)// Экономика и предпринимательство. 2018. № 7. С. 202-207.
3. *Чепик Е.Д., Баранова А.Г., Кужин М.Ф.* Технологии информационного моделирования в организационно-технологическом проектировании строительного производства// Системные технологии. 2020. № 1 (34). С. 21-24.
4. *Абрамов С.Н., Кубанская О.О., Бочарова И.В., Кузнецов К.Ю., Клепа В.В., Гришин М.О., Ядыкин В.К.* Научно-исследовательская работа по разработке проектов организации строительства (ПОС) с использованием технологий информационного моделирования// Отчет по результатам НИР. 2020.
5. *Киевский И.Л., Жаров Я.В.* Формирование центров компетенции применения технологии информационного моделирования в строительстве// Промышленное и гражданское строительство. 2021. №11. С.4-10.
6. *Киевский И.Л., Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования// Промышленное и гражданское строительство. 2021. №12. С.55-60.
7. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Жизненный цикл градостроительных решений: организационный аспект их реинжиниринга // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 4. С. 33-39.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Хорхорина М.А., студентка 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав. каф. ТОУС, д.э.н., к.т.н., профессор*

Аннотация

На сегодняшний день аддитивные технологии развиваются достаточно быстро и активно. Появляются 3D принтеры различных видов и внедряются в строительство и другие сферы жизни человека. Аддитивные технологии позволяют уменьшить затраты на строительные материалы и сократить время возведения новых зданий, также такое строительство позволяет сократить стоимость самого здания и следовательно, делает жилье более доступным.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы связан с быстрым развитием аддитивных технологий и отсутствии большого выбора строительных смесей для 3D – принтеров, которые бы соответствовали необходимым требованиям.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аддитивные технологии – это технологии наращивания и синтеза объектов с помощью 3D печати. Уникальностью этой технологии является сокращение затрат на производство. Одним из плюсов аддитивных технологий является облегчение строительства сложных архитектурных решений, что дает архитекторам и дизайнерам «выходить за рамки».

Для использования аддитивных технологий на строительной площадке требуется всего один оператор 3D – принтера и водитель с бетономешалкой.

Для 3D – принтера используют предварительно подготовленную смесь, которая состоит из наполнителя, цемента, пластификатора и прочих добавок. Эту смесь загружают в бункер устройства принтера и далее смесь подается к головке принтера.

Существует несколько разновидностей 3D – принтеров, которые делятся в зависимости от типа их устройства:

Портальные 3D – принтеры. С их помощью можно печатать части зданий и полноценные здания, если они могут уместиться непосредственно под аркой принтера.

3D – принтеры типа дельта. Такие принтеры используют для печати конструкций более сложной формы. Так как при таком типе устройства головка принтера подвешивается на рычагах, что позволяет выполнять печать сложных фигур. Рычаги, на которые подвешивают головку, крепятся к вертикальным направляющим.

Роботизированные принтеры. Такое устройство представляет собой робот или группу роботов, которые оснащены экструдерами и управляемыми компьютерами.

Так же существуют и другие методы строительства с использованием 3D – печати, к которым относят оборудование D-Shape. Такая печать производится наложением порошкового материала, который впоследствии связывают с помощью клеящего раствора.

Если говорить о смесях для 3D – принтеров, то основным материалом являются мелкозернистые смеси, которые в значительной степени отличаются от обычного традиционного бетона.

Но чаще всего компании разрабатывают свою собственную рецептура смеси, которая будет подходить для конкретного устройства принтера, а также будет соответствовать назначению здания.

Но в реальном строительстве дело может обстоять совершенно иначе.

Для использования 3D – принтеров необходимо использовать такие мелкозернистые бетоны, которые соответствовали бы требованиям безопасности в эксплуатации, обладали бы необходимой прочностью и были бы достаточно долговечными.

Бетон для использования 3D – принтера должен обладать следующими основными характеристиками: быстрая схватываемость, пластичность и одновременно не усаживаться под давлением последующих слоев бетона.

Ниже в таблице 1 приведены свойства бетона для 3D – принтера.

Табл. 1.

Стадии бетонирования («печати»)	Общие требования	
	Типовые	Обусловленные особенностями технологии
Требования к смеси	1. Связность (сплошность)	1. Формоустойчивость 2. Способность полноценной гидратации в тонком слое 3. Регулируемость сроков схватывания (жизнеспособность)
Требования к затвердевшему бетону	1. Прочностные характеристики в проектном возрасте 2. Деформационные характеристики (начальный модуль упругости, ползучесть) 3. Морозостойкость	1. Регулируемость кинетики твердения 2. Обеспечение прочности сцепления между соседними слоями 3. Ограничение усадочных деформаций

Но в тоже время зачастую операторы 3D – принтеров используют для печати уже существующие сухие строительные смеси, хотя такие смеси имеют различные назначения и могут не соответствовать необходимым требованиям. Именно поэтому нужен комплексный подход к разработке строительных смесей, которые будут соответствовать требованиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование 3D – печати в строительстве – является одним из самых перспективных направлений в строительной отрасли. Применение данной технологии предполагает коммерческую выгоду, рассчитана на меньшее количество работников и меньшие затраты на строительные материалы. Также появляется возможность на быструю постройку недорого жилья, является более экологичным за счет уменьшения энергозатрат и отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Слюсар В.И.* Фаббер-технологии. Новое средство трехмерного моделирования.
2. *Григорьев С. Н.* Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом.
3. *Григорьев С. Н., Смуров И. Ю.* // Инновации : журн. - 2013.
4. *Слюсар, В. И.* Фабрика в каждый дом // Вокруг света : журн. - 2008. - № 1
5. *Алексанин А.В., Маркевич А.И.* Использование аддитивных технологий при возведении зданий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 6. С. 62-65.
6. *Сборщиков С.Б., Лазарева Н.В., Маслова Л.А.* Параметры реинжиниринга технологических процессов // Промышленное и гражданское строительство. 2020. № 4. С. 28-33.

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ

*Судницын О.Е., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Борисюк Е.А., доцент кафедры ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

Масштабные объемы современного гидротехнического строительства, сложность конструкций и сооружений, наряду с высокими эксплуатационными требованиями к ним, обуславливают необходимость тщательной оценки возможностей повышения качества бетона, как основного материала для производства работ. Кроме значительной прочности такой бетон должен характеризоваться высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью, кавитационной стойкостью и пр. Высокое качество гидротехнических бетонов достигается тщательным подбором состава бетона, применением высококачественных заполнителей и специальных цементов, различных комплексных химических добавок и использование в конструкциях и в сооружениях различных видов композитной арматуры. В статье дается оценка способов улучшения качества современных гидротехнических бетонов.

Предмет исследования: Анализ современных научных и литературных данных и разработок в области гидротехнических бетонов, а также конструкций и сооружений на их основе.

Цели: Изучение вопросов повышения качества гидротехнических бетонов на основе наиболее перспективных направлений их развития.

Результаты: Рассмотрены вопросы повышения качества гидротехнических бетонов за счет: оптимизации их составов, улучшения качества заполнителей и вяжущих, применения высокоэффективных химических добавок, а также за счет применения в гидротехнических конструкциях и сооружениях различных видов композитных арматур.

Ключевые слова: гидротехнические бетоны, композитная арматура, коррозионная стойкость бетонов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, масштабные объемы строительных работ, во всем мире, проводится как на суше, так и в прибрежных зонах рек, озер, морей и т.д.. Огромными темпами возводятся мосты через водные преграды, а также различные гидротехнические сооружения: дамбы, плотины, пирсы, сооружаются даже искусственные острова. Для строительства таких сооружений, которые будут эксплуатироваться в воде, в том числе и морской, обычный бетон не подходит, ввиду недостаточной коррозионной стойкости и поэтому применяют специальные гидротехнические бетоны.

Гидротехнический бетон должен обладать улучшенными техническими характеристиками, быть долговечным, так как аварийные ситуации при эксплуатации сооружений и конструкций, возведенных из него, недопустимы, поэтому требования к нему высоки. Кроме значительной прочности такой бетон должен характеризоваться высокой водонепроницаемостью, морозостойкостью, кавитационной стойкостью и пр. [2]. Анализ изученной литературы выявил некоторые общие подходы для обеспечения выполнения этих требований [2], которые достигаются тщательным подбором состава бетона, применением высококачественных заполнителей и специальных цементов, различных комплексных химических добавок и использование в конструкциях и сооружениях различных видов композитной арматуры [3].



Рис.1. Саяно-Шушенская ГЭС

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Состав гидротехнического бетона, как в целом и обычного, является важнейшим фактором обеспечения его высокого качества. Однако, для гидротехнического бетона, требования к качеству компонентов и определению их оптимального соотношения носят более жесткий характер, что обусловлено максимально агрессивными условиями их эксплуатации. Это и переменное-постоянное воздействие воды, в том числе морской, с высокой концентрацией растворенных солей разного вида, это и широкий диапазон температур в зоне эксплуатации конструкции: от +30°C до минус 50°C, это скоростное движение водных масс с твердыми включениями разной плотности и прочности, а также ряд других факторов. В этих условиях вид цементов, заполнителей, добавок, их соотношение, для обеспечения необходимых свойств бетонной смеси и бетона имеют решающее значение. Для изготовления гидротехнических бетонов широко применяются разные виды портландцемента, шлакопортландцемента, пуццолановый, сульфатостойкий и т.д.. При этом пуццолановый цемент выделяется высокой химической стойкостью в условиях воздействия пресных или минерализованных вод, гидрофобный и пластифицированный цемент лучше использовать при переменном воздействии грунтовых вод в местах с суровым климатом, в особо жестких условиях эксплуатации при наличии химически агрессивных вод рекомендуется использование сульфатостойкого цемента [1]. Шлакопортландцемент и портландцемент (улучшенный минеральными добавками) рекомендуется применять при возведении надводных сооружений.

В качестве мелкого заполнителя для гидротехнического бетона применяют, в основном, кварцевый песок, стойкий к воздействию водных растворов солей. В нем не должно быть примесей, которые способны значительно ослабить материал. Крупный заполнитель - щебень из магматических глубинных горных пород с высокой прочностью, водостойкостью и морозостойкостью. Микрозаполнители в гидротехнических бетонах (микрокремнезем или зола-унос) служат для уменьшения расхода цемента, снижения объемных деформаций и тепловыделения, при этом с сохранением подвижности и плотности.

С целью повышения морозостойкости и водонепроницаемости при изготовлении бетона вводят различные химические добавки: суперпластификаторы, добавки для повышения

водостойкости бетона ЦМИД-4Ж, ускорители твердения цемента и повышения плотности бетона, а также противоморозные добавки - для сохранения жидкой фазы бетона при отрицательной температуре окружающей среды. Широко используют также комплексные модифицирующие добавки.

Важнейшим условием высокой долговечности гидротехнических конструкций из бетона является сохранность арматуры. Постоянное взаимодействие бетона с водой, особенно в условиях воздействия агрессивной морской воды, обычная стальная арматура, даже в бетоне с высокими качественными характеристиками, подвергается коррозии. Это объясняется совместным воздействием сразу нескольких негативных факторов: постоянной и переменной влаги, отрицательной температуры, и химическое взаимодействие минералов цементного камня в бетоне и стали с содержащимся в воде хлоридом натрия. Уже через 10-15 лет эксплуатации конструкций, защитный слой бетона разрушается и начинается процесс коррозии стальной арматуры, что ведет в итоге к разрушению самого гидротехнического сооружения. Защита арматуры это одна из главных проблем для конструкций из гидротехнических бетонов. В настоящее время наиболее перспективным инновационным решением является применение неметаллической композитной арматуры. Стержневая композитная арматура из арамидных, базальтовых, стеклянных или углеродных волокон, пропитанных термопластичными, терморезистивными уже достаточно широко применяется.



Рис.2. Базальтопластиковая арматура



Рис.3. Стеклопластиковая арматура

Достоинством композитной арматуры является близкий к стальной арматуре температурный коэффициент расширения, то есть температурные деформации на границе стальной или композитной арматуры с бетоном практически не отличаются и в результате при изменении температуры сцепление на границе остается без изменения. Высокая удельная прочность. Прочность композитной арматуры может в несколько раз превышает прочность металлической. Высокая коррозионная стойкость. Композитная арматура сохраняет свою прочность при воздействии агрессивных растворов солей. Композитная арматура существенно легче металлической арматуры.

И хотя композитная арматура не лишена недостатков: низкая жесткость, из-за которой неметаллическая арматура некоторых видов ограничена в применении в строительстве; низкая пластичность, ввиду чего, для изменения формы, ее необходимо подвергать термическому воздействию; низкая теплостойкость, так как несущие свойства композитной арматуры теряются уже при $T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Исследования [3] показывают, что после нескольких циклов попеременного замораживания и оттаивания бетона, армированного базальтопластиковой арматурой, в водной вытяжке при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$, арматура не утрачивает своих изначальных физико-механических свойств. Так же, базальтовая арматура более стойка в морской воде, чем стеклопластиковая.

Применение базальтопластиковой композитной арматуры взамен стальной, при армировании гидротехнических конструкций, позволяет повысить гарантированный срок службы от 80 до 100 лет, при этом снижаются расходы на эксплуатационные нужды, а так же уменьшается вес самой конструкции (из-за более низкой плотности применяемой арматуры относительно стальной)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидротехнический бетон можно получить при помощи разных компонентов. И правильный выбор гидротехнического бетона должен приниматься как с учётом геологических и климатических условий, так и с учётом его состава, где немаловажную роль играет композитная арматура, обладающая отличной химической стойкостью к щелочной и влажной среде, а также и к морской воде. Правильно выбранный материал обеспечит надёжность и долговечность гидротехнической конструкции, а выбор в пользу менее плотной по отношению к стальной композитной арматуры, позволит повысить этажность гидротехнических сооружений, увеличить длину пролетов, и изменить архитектурный облик сооружений.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Горбунов Г.И.* Научные основы формирования структуры и свойств строительных материалов, 2016. с 254-256. Режим просмотра: https://bstudy.net/796953/spravochnik/raznovidnosti_portlandtsementa#447. Дата обращения: 20.02.22
2. *Телешев В.И., Ватин Н.И., Марчук А.Н., Чураков А.И.* Производство гидротехнических работ. Часть 1, 2008. Режим доступа: <http://www.alobuild.ru/proizvodstvo-gidrotehnicheskikh-rabot/trebovaniya-k-betonam.php>. Дата обращения: 23.02.22
3. *Окольникова Г.Э., Нурхонов Р.Х., Курбанмагомедов А.К., Г.С. Пронин, Н.В. Новиков.* Использование композитной арматуры в морских сооружениях. Системные технологии. 2019. № 31. С. 55-57. Режим доступа: <https://mzppk.ru/stati/ispolzovaniye-kompozitnoy-armatury-v-morskikh-sooruzheniyakh/>. Дата обращения: 01.03.22
4. *Смирнова М., Телешев В.И., Гарибин П.А., Альхименко А.И.* – ГИДРОТЕХНИКА. Гидротехническое строительство, техника, оборудование и материалы, технологии, инновации, ведущие специалисты 2009. Режим доступа: http://lib.hydropower.ru/books/doc_00043000.pdf. Дата обращения: 01.03.22
5. *Ларсен О.А., Александрова О.В., Наруть В.В., Полозов А.А., Бахрах А.М.* Исследование свойств активных минеральных добавок для применения в гидротехническом строительстве. 2020. Режим доступа: <file:///C:/Users/ПК/Downloads/issledovanie-svoystv-aktivnyh-mineralnyh-dobavok-dlya-primeneniya-v-gidrotehnicheskoy-stroitelstve.pdf>. Дата обращения 03.03.22.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЩЕНИЯ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬСТВА И СНОСА В РАМКАХ ПРОГРАММЫ РЕНОВАЦИИ

*Суворова В.С., студентка 4 курса 1 группы филиала НИУ МСГУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Проблема образования строительных отходов является актуальной и важной для многих городов России. В Москве 1 августа 2017 года была утверждена программа реновации жилищного фонда, предусматривающая расселение более 350 000 квартир [1]. Большие объемы работ по сносу старых и строительству новых жилых зданий в рамках программы неизбежно приводят к образованию отходов строительства и сноса, которые необходимо прежде всего отправлять на переработку для получения вторичной строительной продукции. В статье приводится информация об обращении отходов строительства и сноса в г. Москве в рамках реализации программы реновации. Целью работы является выявление современных направлений развития системы обращения строительных отходов.

ВВЕДЕНИЕ

В России ежегодно образуются большие объемы отходов строительства и сноса, требующие эффективного обращения. Создание организованной системы утилизации строительного мусора является актуальным и непростым вопросом, которому посвящено много исследований [2-5]. В рамках программы реновации в Москве планируется снос более 5000 многоквартирных домов общей площадью около 16 миллионов квадратных метров. На рисунке 1 представлена карта процесса реновации, отображающая количество объектов, задействованных в программе [6].

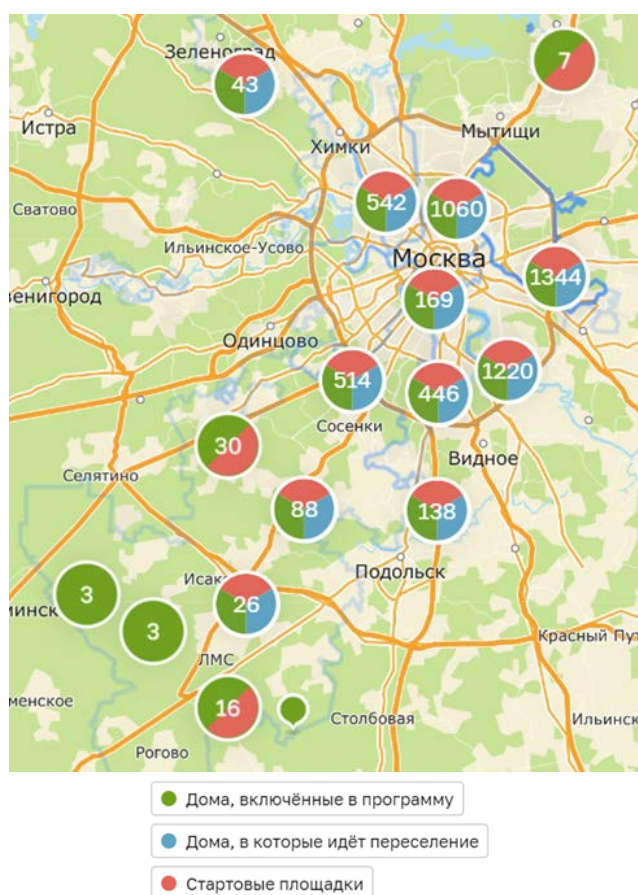


Рис. 1. Карта программы реновации в г. Москве

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Программа реновации связана с активными процессами демонтажа зданий и сооружений в том числе в условиях плотной городской застройки с образованием большого количества строительных отходов. Существует три варианта реализации проекта реновации: без сноса и отселения жильцов; с отселением жильцов, но без сноса; с отселением жильцов и со сносом. В случае реализации последнего варианта строительные отходы образуются в больших количествах. Появление 30 миллионов тонн отходов прогнозируют эксперты в результате реализации программы реновации. Для соблюдения принципов экологичности, 100%-й переработки строительного мусора, а также повторного использования строительных отходов при реновации территорий внедрена технология «умного сноса». Ключевой задачей рационального подхода к использованию ресурсов природной среды является снижение количества захоронений строительных отходов до минимального уровня и увеличение объемов переработки. На рисунке 2 представлена карта расположения пунктов приема и переработки строительных отходов в Подмосковье на 2021г. [7].

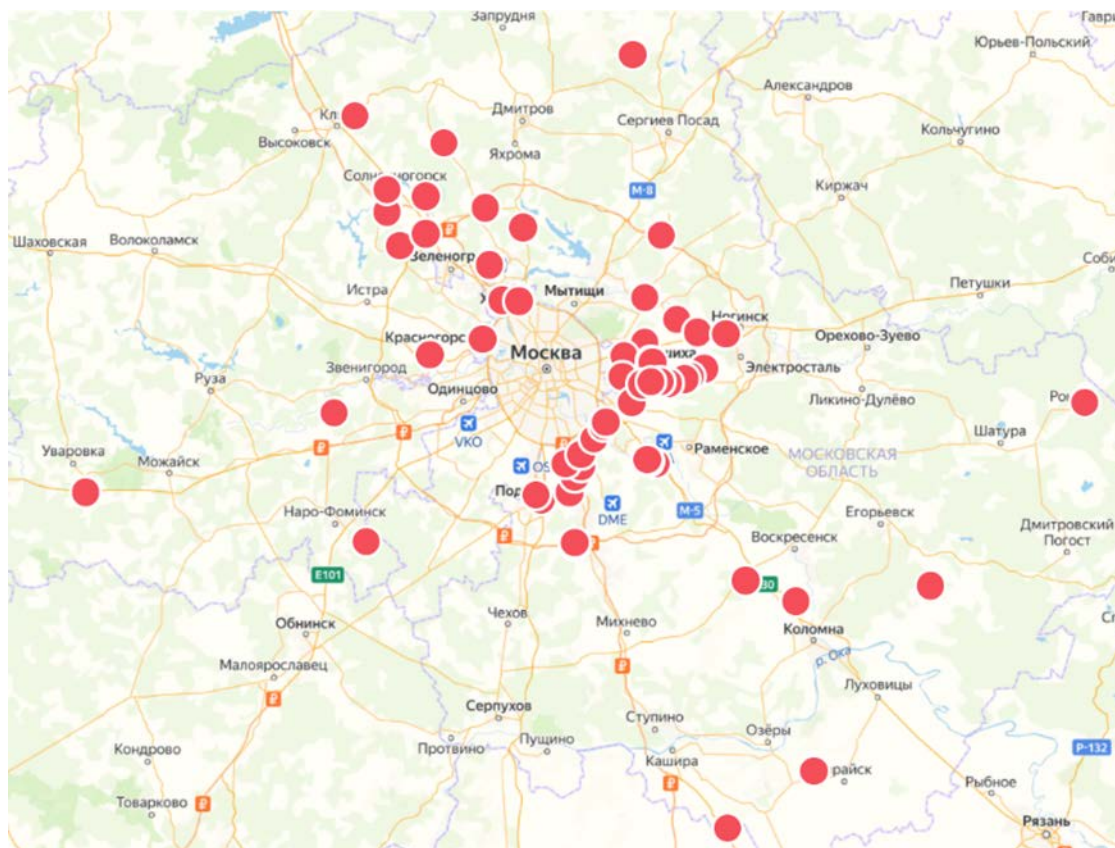


Рис.2. Расположение пунктов приема и переработки строительных отходов в Подмосковье (2021г.)

Развитие системы обращения отходов строительства и сноса невозможно без совершенствования и развития нормативно-правовой базы. Существенные нововведения в порядок и контроль перемещения отходов строительства и сноса внесены Постановлением Правительства Москвы № 2173–ПП от 23.12.2021г. [8]. Согласно этому документу:

- отходоперевозчики и отходопроизводители, осуществляющие свою деятельность на объектах, финансирование которых осуществляется как за счет средств инвесторов, так и федерального бюджета, обязаны применять комплексы программно-технических средств (КПТС);
- обязательна регистрация отходоперевозчиков в единой региональной навигационно-информационной системе города Москвы (РНИС);

- при осуществлении въезда и выезда с объекта приема отходоперевозчики должны проводить процедуру измерения массы транспортного средства;
- запрещено перемещение строительных отходов на объекты приема отходов строительства и сноса, которые заблокированы в автоматизированной информационной системе отходов строительства, сноса и грунтов (АИС «ОССиГ»);
- и др.

АИС «ОССиГ» является единой платформой, которая аккумулирует в электронном виде данные о перемещении и переработке отходов строительства и сноса. Специализированный транспорт для перемещения отходов должен быть оснащен системой глобальной спутниковой навигации, а также радиотехническим средством слежения для реализации оперативного контроля за транспортировкой.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активное внедрение систем информатизации и совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей обращение отходов строительства и сноса в рамках программы реновации, позволяют осуществлять качественный контроль за образованием, перемещением и транспортировкой строительных отходов. Принимаемые организационные меры позволяют эффективно управлять строительными отходами, а также постепенно развивать рынок вторичных строительных материальных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы. Режим доступа: <https://stroi.mos.ru/infographics/proghramma-rienovatsii-v-tsifrah-i-faktakh>
2. *Aleksanin A.* Development of construction waste management // E3S Web of Conferences. 2019. С. 06040.
3. *Александрин А.В.* Актуальность проблемы управления строительными отходами при реновации территорий // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 9. С. 77-80.
4. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Жизненный цикл градостроительных решений: организационный аспект их реинжиниринга // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 4. С. 33-39.
5. *Александрин А.В.* Особенности реализации проекта логистического центра по управлению потоками строительных отходов // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 5. С. 94-96.
6. Официальный сайт Мэра Москвы. Режим доступа: <https://www.mos.ru/city/projects/renovation/>
7. Официальный сайт правительства Московской области. Режим доступа: <https://mosreg.ru/sobytiya/karty/punkty-priema-i-pererabotki-stroitelnykh-otkhodov-v-podmoskove-karta>
8. Постановление Правительства Москвы от 23.12.2021 № 2173-ПП "О внесении изменений в правовые акты города Москвы"

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМЫ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЛИВНЕВЫХ ВОД ПРИ РАЗВИТИИ ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ

*Черненко Д.В., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Попков А.Г., доцент кафедры ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Системы для регулирования ливневых вод при развитии территории застройки предназначены для инженерной защиты территории от затопления и подтопления [1,4].

ВВЕДЕНИЕ

Ни для кого ни секрет что решить проблему сбора ливневых вод при выпадении осадков больше расчетного числа можно, другой вопрос каким способом лучше и выгоднее это сделать. На рынке появилось интересное решение - система регулирования ливневых вод британской компании.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Это уникальная система сбора и инфильтрации ливневых вод, использовать которую можно как в качестве индивидуального решения, так и в виде части комплексной городской сети водоотвода [2,5].

В чем же уникальность данной системы?

В детстве мы все легко и просто, кубик за кубиком собирали конструктор, такого же принципа при разработке конструкции придерживались и инженеры. Система регулирования ливневых вод состоит из элементов, изготовленных из полипропилена, которые можно комбинировать различными способами, комплектуя открытые связанные структуры. Уникальная конфигурация этой системы позволяет получить высокий коэффициент пустот – 95%. Это сводит к минимуму необходимый объем земляных работ для получения заданной емкости, снижает требуемый объем материала для обратной засыпки и улучшает характеристики отвода потока через установленную емкость.



Рис.1. Сборный элемент конструкции

Существует два назначения системы [3,5]:

1. Системы для регулирования ливневых вод. Регулирование – это процесс распределения пикового потока ливневых вод во времени с последующим медленным выпуском воды, избегая резкого повышения уровня воды в системе водоотвода.
2. Системы для инфильтрации ливневых вод. Инфильтрация – медленная фильтрация воды через многочисленные поры в резервуаре.

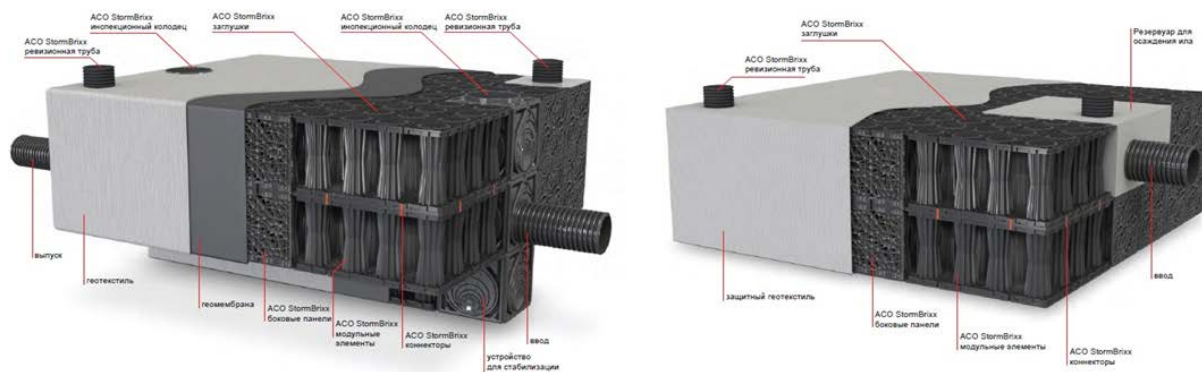


Рис. 2. Конструкции для регулирования (слева) и инфильтрации (справа) ливневых вод

Данная система является отличным проектным решением для парковок, зданий и сооружений, для понижения уровня грунтовых вод - применений масса. Возможность решения проблемы отвода стоков в течении одного одного-двух дней делает незаменимым применение системы. А для того, чтобы доставить 280 м³ резервуар нам потребуется всего один грузовик, на что в других системах потребовалось бы 4 грузовика.

Конструкцию легко можно просто проинспектировать, делается это при помощи двух смотровых колодцев и двух ревизионных труб на входе и на выходе из сооружения. Инспекционная камера дает возможность стабилизировать поток и удалить отложения. При этом камера является неотъемлемой частью системы, таким образом необходимость устройства дорогостоящих колодцев отпадает.

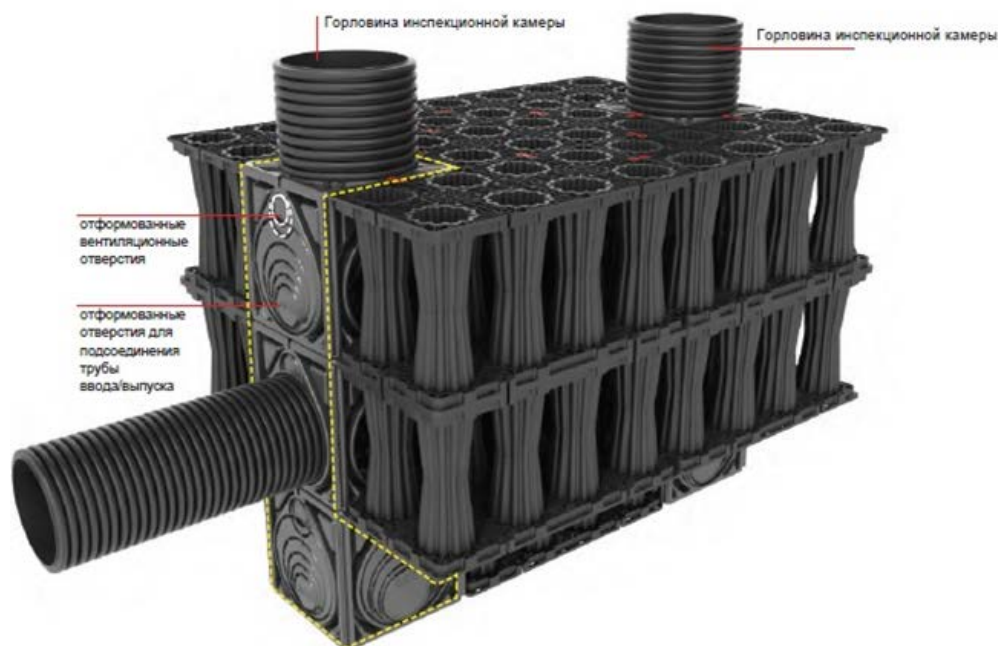


Рис. 3. Устройство инспекционной камеры

В ее комплектацию может входить канал для ила для систем сбора ливневых вод и грязеуловитель для систем инфильтрации.

Седиментационные камеры.

Для систем регулирования ливневых вод в нижней части резервуара между входной и выпускной ревизионными камерами формируется специальный седиментационный туннель для сбора механических осадений. Туннель выполнен из основных модульных элементов и боковых стенок, завернутых в геотекстильное полотно, и устанавливается ниже проектной отметки, а также он не учитывается в расчетах объема резервуара.

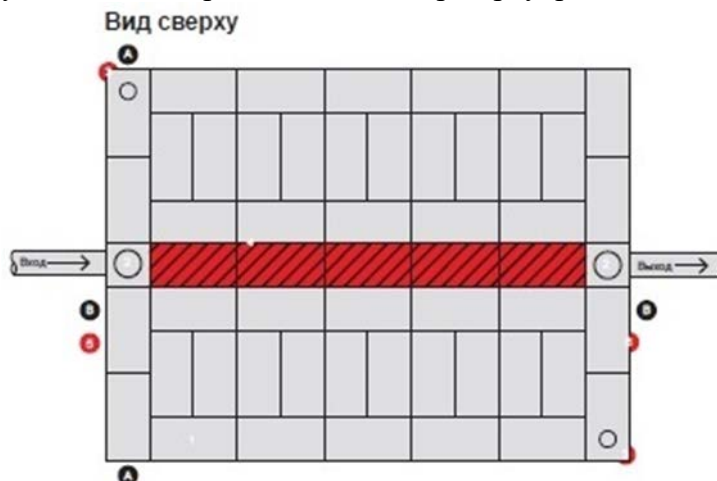


Рис. 4. Седиментационная камера

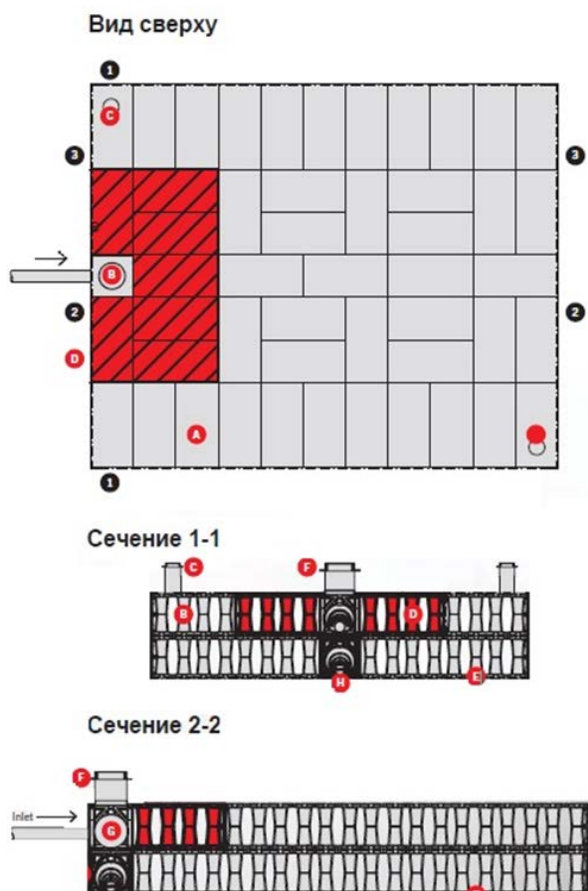


Рис. 5. Инфильтрационная камера

Инфильтрационная система со встроенным грязеуловителем.

Конструкция седиментационной камеры позволяет снизить вероятность засорения шламом дна резервуара: крупные отложения накапливаются в доступном для очистки месте.

Внутренний грязеуловитель и инспекционная камера позволяют удалять шлам из одной центральной точки. Ревизионные трубы при необходимости могут быть расположены на каждом углу резервуара и использованы для осмотра системы после монтажа. Ревизионные трубы позволяют проверять при необходимости краевые зоны и все уровни системы.

Устройство такой камеры аналогично с устройством седиментационной камеры берем блоки и оборачиваем в геотекстильное полотно. Получаем этакий фильтр – в изолированной нами емкости вода отделяется от взвеси, ила и просачивается в полость сооружение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении хотелось бы добавить, что появление подобных систем не может не радовать – многое становится лучше, проще, интересней. Действительно интересно, ведь не каждый день видишь резервуар, который можно собрать вручную, да еще и такой, который мало чем уступает по прочности и не уступает вовсе по функционалу аналогам, но уж точно превосходит конкурентов в скорости сборки, удобный и практичный, доступный для осмотра. Несомненно, важным моментом является снижение нагрузки на действующие очистные сооружения, и как следствие экономия.

ЛИТЕРАТУРА

1. *С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, В.И. Калицун.*-М.:Стройиздат, Водоотведение и очистка ливневых вод: Учебник для вузов/1996.- 591 с.;
2. *В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев, М.И. Алексеев.*- Л.:Стройиздат, Отведение и очистка поверхностных ливневых вод: Учебное пособие для вузов/ 1990.- 224 с.;
3. *Калицун В.И.* Водоотводящие системы и сооружения. Учебник для ВУЗов. М: Стройиздат, 1987. - 336 с.
4. *Александрин А.В., Жаров Я.В.* Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством. Промышленное и гражданское строительство. 2022 №1. С. 52-55
5. *Говорова Ж.М.* Регулирование и очистка поверхностных сточных вод. Строительство и архитектура. Экспресс-информация. Серия: Инженерное обеспечение объектов строительства. 2005. № 2. С. 1-47.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Шабаев Ю.Р., студент 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав. кафедрой ТОУС, д.э.н., к.т.н., профессор*

Аннотация

На сегодняшний день активно разрабатываются новые материалы и технологии, которые позволяют повысить экономичность материала, затрат на производство, повысить срок службы, удобство работы и экологичность. В данной статье рассматриваются перспективные разработки материалов и технологий в дорожном строительстве, область применения, характеристики и свойства.

ВВЕДЕНИЕ

Выбор темы связан с быстрым развитием дорожного строительства. Поиск более экологичных, эффективных и экономичных технологий и материалов для обеспечения растущей потребности.

Актуальность данной работы связана с тем, что в работе рассмотрены перспективные направления в строительстве дорог, такие как разработка способов укладки, использование новых материалов и использование ВІМ технологий.

Объектом исследований является дорожное строительство.

Предметом исследования являются технологии и материалы в дорожном строительстве.

Цель: рассказать о новых разработках в дорожном строительстве.

Задачи - рассмотреть:

- материалы для строительства дорог;
- технологии.

Методы исследования в работе:

- поисковый и описательный;
- аналитический, предусматривающий сравнительный анализ.

Новизна работы заключается в анализе основных направлений развития дорожного строительства.

Практическая значимость заключается в возможности применения полученной информации для возведения новых дорог

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Развивается использование геосинтетических материалов в дорожной одежде, они позволяют увеличить срок эксплуатации, являются экологичным материалом. Состоят в основном из полимеров и применяются в различных формах, описываемых ниже.

Геотекстиль производится в виде рулонных материалов. Материал является гибким, прочным, водонепроницаемым. Применяется для фильтрации влаги и разделения крупного заполнителя от грунта. Это позволяет дорожному покрытию не деформироваться и уменьшить образования трещин.

Геотекстиль разделяют по способу плетения нитей на:

- вязаный, производится из волокон, объединённых специальной схемой. Применяется для отделения сред друг от друга.

- тканый, в нём волокна переплетены перпендикулярно друг другу. При этом используется от двух и более нитей. Получаемый геотекстиль обладает повышенной прочностью и позволяет снижать нагрузки на дорожное полотно.

- нетканый, в нём волокна соединены бессистемно. После этого пропитывают специальными составами. Такой геотекстиль имеет повышенную эластичность, вследствие прочность достаточна низкая.



Рис. 1. Геотекстиль

Геомембрана представляет собой рулонный или листовой материал, состоящий из волокон толщиной 1-4мм. Она обладает большой прочностью, устойчивостью к растяжению. Использование мембраны позволяет избавиться от вспучивания из-за мороза.

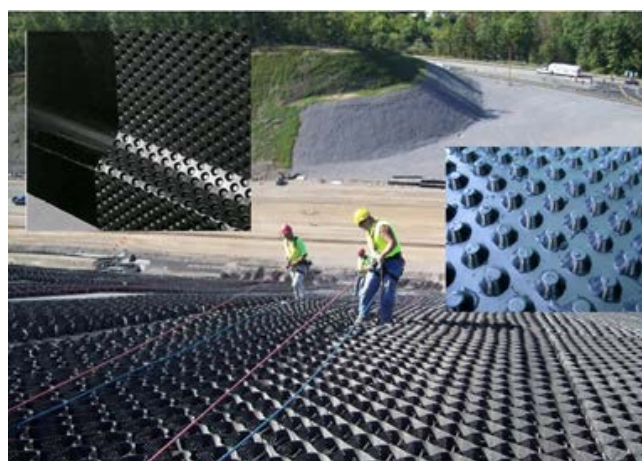


Рис. 2. Геомембрана

Геокамеру применяют в качестве форм для сыпучих материалов при создании гидротехнических сооружений. Обладает рядом свойств: влагопроницаемость, морозостойкость и устойчивость к воздействию жары и ультрафиолета.



Рис. 3. Геокамера

Геосетка и георешетка выполняются из полимерных или синтетических нитей. В основе полипропилен, стекловолокно, полиэтилен, полиэфир. Применяют для укрепления откосов, дорожного полотна. Обладают хорошей гибкостью и прочностью. Что позволяет строить дороги на слабых грунтах.

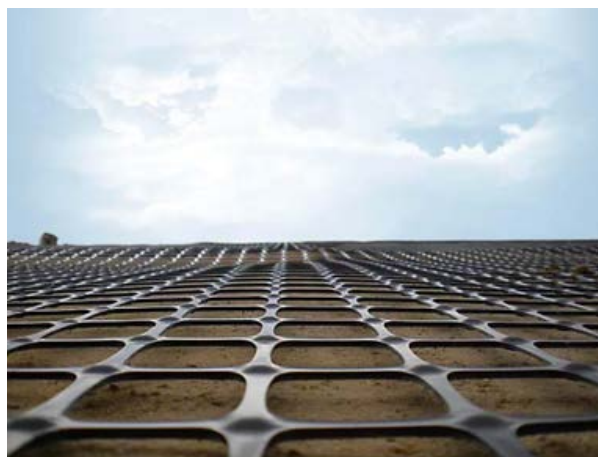


Рис. 4. Геосетка



Рис. 5. Георешетка

Также развиваются модификации битума различными добавками, что ведет к улучшению его характеристик. Основным из перспективных направлений это модификация полимерами.



Рис.6. УВБ-2, установка для модификации битума

СБС (SBS) (стирол-бутадиен-стирол) и прочие сополимеры стирола (SBR, SEBS, SIS, SEPS и т.п.).

Высокопластичные полимеры, которые придают битумному вяжущему гибкость при низких температурах. СБС - покрытия отличаются адгезией и высокой устойчивостью к резким перепадам температуры (с переходом через 0°C). Также, СБС-материалы обладают высокой эластичностью, морозостойкостью, а также хорошо повторяют форму поверхностей.

Сополимеры этилена - ЭВА (EVA) Этиленвинилацетат и ЭМА (EMA) Этиленметилакрилат.

Данные вещества позволяют модифицировать битумное вяжущие за счет изменения реологических свойств. Корректировка реологических свойств позволяет повысить температуры размягчения, повысить жесткость при высоких температурах и, что в свою очередь ведёт к повышению сопротивления постоянным деформациям.

Номер смеси	Состав вяжущего, сверх 100% минеральной части, %		Плотность, г/см ³	Водонасыщение, %	R ₅₀ , МПа	R _{сдв} , МПа	R ₀ , МПа
	битум	модификатор					
1	5,2	0	2,47	1,5	1,52	2,77	3,5
2	4,7	0,5	2,48	1,3	2,40	2,94	3,7
3	4,2	1,0	2,49	1,2	2,62	3,12	3,6
4	3,7	1,5	2,48	1,3	2,60	3,08	3,4

Рис.7. Физико-механические свойства асфальтобетонной смеси типа А

Внедрение BIM технологий позволяет моделировать дорожное полотно. Позволяет получить важные параметры и при необходимости скорректировать проект. IndorCAD одна из программ для проектирования и моделирования дорог. Таким образом, BIM технологии позволяют облегчить работу. И уменьшить количество ошибок при проектировании.

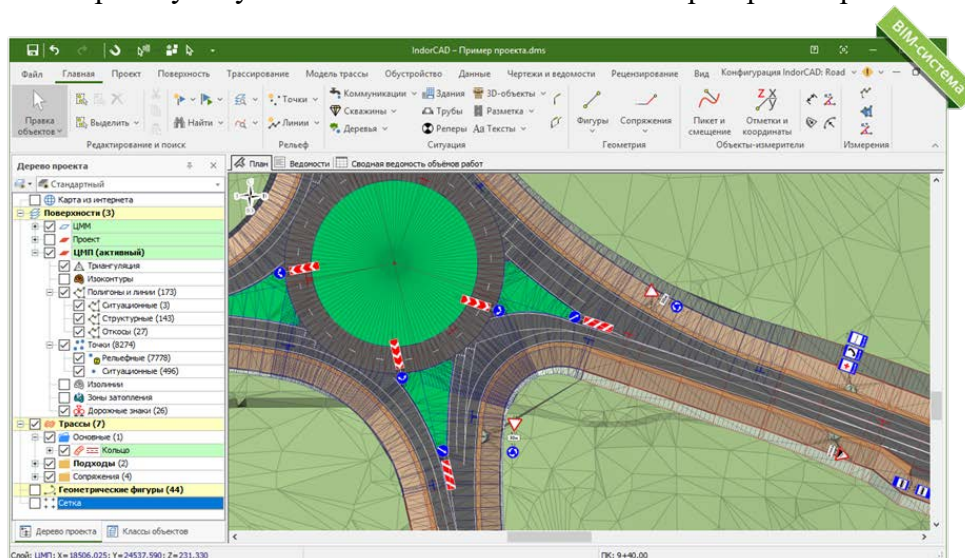


Рис.8. Рабочая область программы IndorCAD

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате рассмотрения новых материалов и технологий дорожного строительства, можно сделать вывод о развитии отрасли и её востребованности в современном мире.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосов С.В., Поспелов П.И., Гойс Т.О., Грузинцева Н.А., Матрохин А.Ю., Гусев Б.Н. Проблемы оценки качества и стандартизации геосинтетических материалов в дорожном строительстве // Academia. Архитектура и строительство. 2016. № 1. С. 101-106

2. Гуреев А.А., Коновалов А.А., Самсонов В.В. Состояние и перспективы развития производства дорожных вяжущих материалов в России // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2008. №1. С.12–16.

3. Жуков М.О., Толчков Ю.Н., Михалева З.А. Исследование возможности применения модификаторов на основе углеродных наноструктур в технологии эффективных строительных материалов // Молодой ученый. 2012. №5. С.16–20

4. Смолякова К.Р. Модифицирование полимерами нефтяных дорожных битумов / К.Р. Смолякова, А.И. Бердимухамедова // Наука ЮУрГУ: материалы 65-й научной конференции. Секции естественных наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – С. 105–108.

5. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Элементы моделей автомобильных дорог и уровни проработки как основа требований к информационным моделям // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015 № 1(4). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.4.

6. Ваганов Р.Ф., Савин А.Н. Автоматизация проектирования информационных потоков внешних систем управления зданиями и сооружениями // Вестник МГСУ. 2007. №3. С.82–83.

7. 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.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ УСТРОЙСТВ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

*Хабирова Э.Р., студентка 3 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

В современном мире развитие цифровых технологий не стоит на месте, цифровизация постепенно внедряется и в строительную отрасль. Новые разработки не только упрощают процесс производства строительно-монтажных работ, но и позволяют минимизировать финансовые затраты и человеческие жертвы, при этом улучшая качество конечного продукта. Предметом данного исследования является использование современных технологий в сфере строительства на примере лазерного 3D сканера, тепловизора и беспилотных летательных аппаратов (дронов). Цель данной работы заключается в выполнении функционального анализа использования современных устройств на строительной площадке и за ее пределами при обработке полученных результатов. Задачи, поставленные для достижения цели - анализ функциональных возможностей устройств, а также перспектив их массового применения и отказа от сбора информации при помощи традиционных методов.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время во всем мире наблюдается массовое строительство как уникальных сложных проектов, так и обычных зданий и сооружений, которые требуют новых технологий, инструментов и методов контроля качества. Тепловизоры, дроны и лазерные 3D сканеры начали использовать на строительных площадках относительно недавно. Использование указанного оборудования ускорило процессы перехода строительства в цифровое пространство, автоматизация позволила выявлять дефекты без ущерба здоровью человека и сохранению целостности конструкций, процесс сбора стал осуществляться гораздо быстрее и надежнее.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В последние годы дроны, тепловизоры и лазерные 3D сканеры становятся популярным оборудованием, включаются в обязательные перечни при проведении исследования объектов на разных этапах строительства и сбора информации. Дрон представляет собой небольшой беспилотный аппарат, который активно применяется при реализации масштабных строительных проектов, помогает осуществлять наблюдение, мониторинг качества и безопасности объекта, а также производить сбор фото- и видео данных. Беспилотные аппараты применяют для картирования мест будущих построек, инспекций по безопасности во время производства работ, строительного надзора, обеспечения коммуникаций участников строительства, создания виртуальной реальности и развития маркетинга.

Съемка труднодоступных мест может быть крайне затруднительной. К таким местам относят плотно застроенные площадки и участки с большим количеством зеленых насаждений. В таком случае применяются дроны, с помощью которых происходит удаленная запись информации, а также при необходимости выполняются панорамные снимки. На основании полученного материала специалисты могут создавать точные карты местности и в дальнейшем производить изыскательные работы.

Строительные организации применяют беспилотные аппараты во время строительства для контроля безопасности производства работ. Аппарат может перемещаться не только над объектом, но и исследовать площади внутри него, забираясь в места, куда сложно или небезопасно попасть человеку. Контроль возможно производить в режиме реального времени, таким образом заказчик может посмотреть, что происходит на строительной площадке, не отходя от рабочего места. Дрон имеет большое преимущество над камерами видеонаблюдения, так как у последних есть слепые зоны, наличие которых позволяет рабочим

осуществлять кражи. Систематический контроль летательными аппаратами позволяет минимизировать количество подобных случаев.

Снятый материал может быть передан инженеру по техническому обслуживанию для определения необходимости проведения ремонтных работ и выявления неисправностей.

Съемка территории дронами может осуществляться в режиме реального времени, что позволяет разным членам команды по одному проекту находиться за тысячи километров друг от друга и не испытывать проблем с коммуникацией между собой. Возможно оперативное решение экстренных вопросов по строительству объекта, так как все участники будут иметь достоверные и актуальные сведения. В некоторых случаях может исчезнуть необходимость частого посещения строительной площадки.

Съемки дрона позволяют переносить весь материал по объекту строительства в VR среду, что делает возможной виртуальную прогулку по объекту, а также демонстрацию объекта заказчику. Прослеживается прямая связь между съемкой строительной площадки беспилотным летательным аппаратом и маркетингом. Уникальные кадры со строительной площадки могут использоваться для создания видеороликов в коммерческих целях (демонстрация потенциальным клиентам, рекламные ролики и т.п).

Квадрокоптеры могут быть оснащены тепловизионными камерами. Тепловизоры используются для обширного круга задач, начиная от диагностики теплоизоляции и заканчивая контролем целостности зданий и сооружений. Применение аппарата является обязательным для диагностики объекта перед сдачей его в эксплуатацию, поиска дефектов электросетей, мониторинга производственных процессов и т.п.

Тепловизор - это прибор, который преобразует невидимое человеческому глазу инфракрасное излучение объектов в видимое, не разрушая целостности сооружений. Одним из основных направлений использования тепловизионных камер является энергоаудит, который необходим для выявления мостиков холода, через которые происходят основные теплотери, а также причин их появления. Тепловизор имеет экран, на котором либо в цвете либо в черно-белых оттенках изображается интенсивность теплового излучения исследуемого объекта. Чем у объекта краснее оттенок или светлее, тем он теплее, и, аналогично, если ближе к синему или черному - холоднее.

Технология лазерного 3D сканирования зданий и сооружений была разработана для использования в полевых условиях в самых труднодоступных или опасных для жизни человека местах, а также для прогнозирования работы объекта и его экспертизы без остановки технологических производственных процессов. Лазерное 3D сканирование зданий и сооружений - высокоточный скоростной метод измерения расстояний до поверхности предмета с последующим формированием его трехмерного изображения. Данный метод основывается на получении координат точек на поверхности исследуемого объекта с помощью 3D сканера. 3D сканеры позволяют проводить днем и ночью высокоточные измерения с минимальными погрешностями, быстро передавать и обрабатывать полученные данные для формирования пространственных моделей.

Применение 3D сканера, тепловизора и дронов эффективно на разных этапах строительства. Используя беспилотные летательные аппараты и сканеры можно осуществить предварительный сбор информации о местности будущей застройки. В период строительства и эксплуатации возможно комплексное применение всех трех видов оборудования, что позволит выполнять качественный мониторинг производства работ и создать единую цифровую базу для наблюдения за зданием или сооружением в течение всего его «жизненного» цикла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенного исследования можно сделать вывод, что дроны, лазерные 3D сканеры и тепловизоры являются универсальными приборами для использования на разных этапах жизненного цикла объекта. Они позволяют получать точную информацию в сжатые

сроки, когда отсутствует возможность исследовать необходимые участки объектов непосредственно человеком в связи с их недоступностью или угрозой для жизни. Применение подобного оборудования улучшает и упрощает производство строительных работ, а также экономит ресурсы. В скором времени данные технологии будут широко использоваться не только при строительстве и эксплуатации сложных и уникальных объектов, но и для типового строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. КТВ BETON GROUP [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.ktbbeton.com/activities/uslugi_geodezicheskikh_rabot/lazernoe_3d_skanirovanie_zdanij_i_sooruzheniy_v_moskve/. – Дата доступа: 2022.
2. PlanRadar [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.planradar.com/ru/drony-v-stroitelstve/>. – Дата доступа: 2022.
3. Научно-технический центр "Эксперт" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ntcexpert.ru/44-in4/k44/523-sfery-primeneniya-teplovizorov-76803588>. – Дата доступа: 2022.
4. *Александрин А.В.* Влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2021. № 2 (74). С. 11-19.
5. Reality Capture of Buildings Using 3D Laser Scanners / A. Almukhtar *, Z.O. Saeed, H. Abanda and J.N.M. Tah [и др.]. – Basel, Switzerland : MDPI, 3 March 2021. – 214-234 с.
6. *Хосамм Э.Д.Ф.* 3D-лазерное сканирование и фотограмметрия с близкого расстояния для документации зданий: гибридный метод для повышения точности / Э.Д.Ф. Хосамм. – Египет : Александрийский инженерный журнал, декабрь 2019. – 1191-1204 с.
7. *Москалев Д.С.* Совершенствование системы организации и контроля производства строительно-монтажных работ за счет использования беспилотной техники // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи. Москв, 2020. С. 43-45.
8. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Организационные аспекты развития территорий и застройки // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 3. С. 58-70.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА УНИКАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Родькин А.С., студент 3 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сборщиков С.Б., зав. кафедрой ТОУС, д.э.н., к.т.н., профессор*

Аннотация

В качестве первоначального пункта в научной характеристике Научно-техническое сопровождение строительства (НТСС) обдуманно применяется определение его понятий. НТСС – это комплекс работ по обеспечению надлежащего качества и безопасности строительных объектов за счет использования современных технических решений, внедрения научных методов контроля и решения технических задач на всех этапах строительства. Большая часть научно-технической поддержки при строительстве включает в себя различные варианты мониторинга и контроля качества. Поэтому на каждом этапе жизненного цикла сооружения (проектирование, строительство и эксплуатация) следует контролировать решения, проверять правильность и полноту проектных исходных данных, осуществлять технический надзор. Выводы должны быть оценены и проанализированы в контексте научно-технической поддержки. Научно-техническое обеспечение обязано уведомить всех участников проекта в письменной форме и выдать соответствующие рекомендации в случае несоответствия результатов исследований или их количества плану работ и/или нормативным документам.

ВВЕДЕНИЕ

Процесс проектирования и строительства здания или сооружения является сложным и комплексным, принося максимум знаний и навыков всем участникам. Разнообразие объектов строительства и сложность возникающих задач приводят к тому, что квалификации проектировщиков и строителей зачастую недостаточно для решения всех задач.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Цель научно-технического сопровождения проектирования (НТСП) -это обеспечение достоверности принимаемых в процессе проектирования решений с учетом нестандартных конструкций и применяемых технологий. Решения, материалы и конструкции. Научно-техническое обеспечение состоит в обеспечении качества изысканий и проектирования, безопасности и надежности зданий и сооружений на большом уровне ответственности и при проектировании и строительстве зданий и сооружений. Используют принципиально самые новые конструктивные решения, еще не опробованные в деле строительства и эксплуатации. Научно-техническое сопровождение не исключает обязательность исполнения требований федерального законодательства участниками строительного процесса обеспечить качество изысканий, проектирования, достоверность и безопасность результатов строительномонтажных работ в соответствии с проектной документацией, нормативно-технической документацией и условиями договора. Научно-техническое сопровождение исследований и проектирования выполняется на доказательстве технического задания. Состав работ, исполняемых в рамках научно-технического сопровождения исследований и проектирования, обуславливается проектной и специализированной научно-исследовательской организацией в соответствии с требованиями функционирующей законодательно-технической отчетности и настоящего свода правил, и подтверждается заказчиком.

Научно-техническое сопровождение строительства выполняется на основании программы научно-технического сопровождения строительства. Программа научно-технического предводительства строительства разрабатывается в границах научно-технического сопровождения конструирования и может изменяться на первоначальном периоде возведения объекта.

Инвестирование работ по научно-техническому предводительству обязано быть предусмотрено в сводном проектном расчете расценки строительства объекта. Результаты Научно-технического сопровождения при строительстве нацеливают на соблюдение проектируемого объекта предписаниям надежности и защищённости. Также огромную функцию играет научно-техническое сопровождение в увеличении качества.

Одной из нужных и общеобязательных работ в научно-техническом сопровождении на этапе проектирования предстаёт многоаспектный расчет несущей системы здания. Такой подсчёт позволяет отыскать недоработки структурирования расчетной схемы и конструирования конструкций. В исполнении альтернативного расчета при СТУ особо значимым является самостоятельное от генерального проектировщика воссоздание расчетной модели при поддержании общего метода к оценке работы конструкции. Также нужным моментом в альтернативном расчете при научно-техническом сопровождении представляется необходимость точнейшего определения критериев для сопоставления и перечень конструкций, подлежащих рассмотрению. При сравнении результатов расчета, нужно принимать во внимание многообразие программных средств, разницу подходов к моделированию, осуществлению расчетов и комплект отмечаемых факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

НТСС и анализ, реализуемый аналитиками ДПО, не замещают, но обогащают надобность исполнения организаторами строительного процесса предписаний по снабжению качества СМР надежности и безопасности зданий и сооружений, предусмотренных проектом, нормативно-техническими протоколами и условиями договоров. Проектирование исполняется специалистами, способными решать самые хлопотные задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. СП «Научно-техническое сопровождение инженерных изысканий и проектирования.
2. *Ланидус А.А.* Научно-техническое сопровождение изысканий, проектирования и строительства как обязательный элемент достижения требуемых показателей проекта
3. СП научно-техническое сопровождение инженерных изысканий и проектирования. Основные положения
4. Пособие по научно-техническому сопровождению и мониторингу строящихся зданий и сооружений, в том числе большепролетных, высотных и уникальных МРДС 02-08 Москва 2008 г.
5. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Информационно-аналитическое обеспечение реинжиниринга территории и застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 3. С. 52-58.
6. *Лазарева Н.В., Зиновьев А.Ю.* Нормирование затрат ресурсов и времени на выполнение работ в составе строительной технической экспертизы // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 2. С. 57-63.
7. *Жаров Я.В.* Организационно-технологическое проектирование в строительстве на основе интеллектуального блока планирования // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6 (77). С. 193-199.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ

*Новиков А.С., студент 2 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Попков А.Г., доцент каф. ТОУС, к.т.н.*

Аннотация

В 2019 в законодательстве Российской Федерации было введено понятие технологии информационного моделирования (ТИМ). С января 2022 года в Строительной отрасли РФ применяется ТИМ в целях разработки, согласования и утверждения проектов капитального строительства, которые финансируются из госбюджета. Утвержденная технология позволяет максимально понятно и подробно разработать и утвердить тот или иной проект. Предметом исследования является данная технология. Цель работы заключается в рассмотрении положительных моментов технологии, а также причин и истории возникновения.

Задачами данной работы являются: анализ данной технологии и ее сравнение с зарубежной технологией BIM.

ВВЕДЕНИЕ

Что такое ТИМ? В законодательных документах, Градостроительном Кодексе термин трактуется как технология информационного моделирования строительного объекта. По сути она же заменяет зарубежную BIM-технологию (Building Information Modeling).

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первую очередь ТИМ, как говорилось ранее, она позволяет подробно описать проект по причине того, что в ходе проектирования создается модель воздвигаемого объекта со всеми решениями, которые имеют отношение к объекту: архитектурно-конструктивное, электротехническое, технологическое, экономическое и другие. Изменение одного параметра приводит к автоматическому изменению других параметров. Это, в свою очередь, позволяет снижать расходы и затраты на всех этапах строительства и эксплуатации здания.

Данная модель проектирования по сравнению со стандартным подходом к проектированию работает следующим образом:

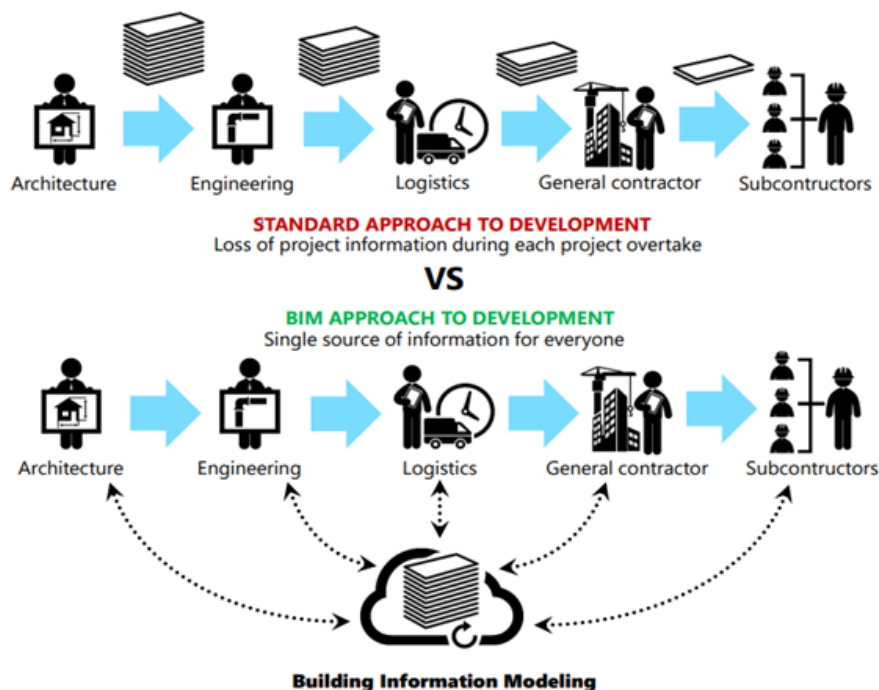


Рис.1 Технология ТИМ (BIM) и стандартная технология

Как видно на рисунке, взятом из зарубежного источника, данные подходы к строительству идентичны за исключением одной особенности - внедренная система ТИМ (ВІМ), которая позволяет каждой структуре обращаться к первоначальной и изменённой информации, а также координировать изменения и их согласования.

В компьютерной программе можно послойно определить все параметры объекта:

- 1) Общего плана, фундамента, этажности, перекрытий, кровли.
- 2) Полную информацию внутренней и внешней отделки.
- 3) Схемы и расположения подключений инженерных коммуникаций.
- 4) Сметные расходы всех этапов строительства.
- 5) Затраты на строительные материалы, технику и оборудование.
- 6) Привязку объекта на территории, учитывая существующую инфраструктуру.
- 7) Параметры здания, учитывая рельеф и особенности строительной площадки.

На основе сравнения и анализа можно прийти к следующим положительным и отрицательным моментам.

Из положительных:

1. Объекты в ТИМ - это информация, способная автоматически создавать чертежи, выполнять анализ проекта и т. д.
2. ТИМ- технологии дают возможность выполнить точное построение инженерных систем здания.
3. Сокращение затрат и времени.
4. ТИМ поддерживает совместные группы, а по этой причине могут вместе использовать эту информацию, что ликвидирует потерю информации при передаче и погрешности.
5. Точная ведомость и спецификация за счет автоматизации.
6. Осуществляется быстрый и простой процесс подбора оборудования.
7. Основные экологические и экономические характеристики здания определяются уже на стадии эскизного проекта.
8. Возможность прогнозирования и преждевременного составления сметы.
9. Осуществляется оптимизация хода строительства, управления, контроль графика выполнения работ, расхода использования материалов и средств.

Из отрицательных:

1. ТИМ- технологии никак не приспособлены к выпуску предназначенной документации в России, вследствие чего появляется необходимость настраивать все параметры вручную.
2. Значительно высокая стоимость ПО, а также и обучения (в районе \$6000-12000).
3. Сложное освоение ПО.
4. Нацеленность на архитектурные проблемы.
5. Непрерывная потребность менять проектирование в целом.
6. Наличие единственного поставщика ПО.
7. Потеря текущих рабочих практик при переходе на ТИМ.

Последний вопрос, который требуется рассмотреть: какая история возникновения данной технологии? Для начала нужно рассмотреть зарубежную технологию ВІМ. Новый этап проектирования начался в 1960-х годах. В этом промежутке времени впервые появляются персональные компьютеры. В то же время разрабатываются программы для архитекторов и проектировщиков, дав толчок к возникновению концепции САД. Первый прорыв в развитии САПР (система автоматизированного проектирования) произошел с появлением AutoCAD в 1982 году компанией Autodesk. Проектирование полностью перестало существовать только на плоских чертежах в 90-х годах. В то время стали появляться трехмерные модели. С этого момента началось распространение ВІМ-технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе данного исследования можно сделать вывод, что данная технология дает упрощение и корректирование планов и сроков здания на всем этапе строительства за счет

постоянного взаимодействия между различными структурами строительных сегментов. Данная технология на текущий момент является инновационной и обладает базой готовых проектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологии информационного моделирования (ТИМ) зданий и сооружений. Режим доступа: <https://a-expert.ru/services/obsledovaniya-stati/tim-zdaniy-i-sooruzhenij/> Дата обращения: 24.02.2022

2. Внедрение информационного моделирования в России. Для строительства каких объектов обязательно использовать ТИМ. Режим доступа: <https://vc.ru/legal/166499-vnedrenie-informacionnogo-modelirovaniya-v-rossii-dlya-stroitelstva-kakih-obektov-obyazatelno-ispolzovat-tim> Дата обращения: 23.02.2022

3. *Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 1. С. 52-55.

4. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Информационно-аналитическое обеспечение реинжиниринга территории и застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 3. С. 52-58.

5. *Киевский И.Л., Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 55-60.

6. *Алексанин А.В.* Влияние информационных технологий на возможности ресурсосбережения в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2021. № 2 (74). С. 11-19.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ СТРОИТЕЛЬСТВА

*Юрьева М.О., студентка 4 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Алексанин А.В., доцент каф. ТОУС, к.т.н., доцент*

Аннотация

Организация процессов передачи информации между всеми участниками строительства является важным аспектом системы эффективного управления реализацией строительных проектов любого масштаба. Развитие и внедрение информационных систем в строительную отрасль открывают широкие возможности для повышения качества и сокращения сроков передачи информации между заинтересованными лицами в ходе строительства объекта. Целью данной работы является рассмотрение основных направлений организации оперативного взаимодействия между участниками строительства.

ВВЕДЕНИЕ

Организацию взаимодействия участников строительства можно разделить на два типа: организация взаимодействия всех участников строительной отрасли на постоянной основе и организация взаимодействия конкретных участников строительства в рамках реализации одного или нескольких строительных проектов. Актуальность информации о ситуации на строительной площадке напрямую зависит от скорости ее передачи. Чем оперативнее будут доставлены необходимые данные, тем быстрее запустятся следующие процессы в организационной цепочке строительства, будут приняты необходимые управленческие решения, влияющие на производство проектных работ, поставку или закупку оборудования, выполнение определенных строительно-монтажных процессов и т.п. Эпоха цифровизации открывает новые возможности организации оперативного взаимодействия между участниками строительства [1-5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Согласно СП 48.13330.2019 «Организация строительства» термин «участники строительства» объединяет следующих участников реализации строительных проектов:

- индивидуальные предприниматели;
- физические лица;
- юридические лица: застройщики, технические заказчики, генеральные подрядные организации, подрядные организации, эксплуатирующие организации, органы государственного строительного надзора, проектные организации и т.д.

Для организации взаимодействия перечисленных лиц необходима единая информационная платформа, которая позволит предоставить каждому из них актуальную, полную и достоверную информацию. Современный уровень цифровизации позволяет организовать электронное взаимодействие заказчиков, подрядчиков и органов власти в единой информационной системе, схема которой представлена на рисунке 1.

На базе единой информационной системы целесообразно организовать специализированные информационные ресурсы, представляющие данные о поставщиках материалов, конструкций и оборудования, а также аккумулирующие данные о кадровых ресурсах в строительной отрасли. Цифровые профили подрядных строительных организаций позволят заказчикам в полной мере ознакомиться с необходимой документацией, статистическими данными и т.п. [6].

Важным моментом, влияющим на актуальность и эффективность разработки будущих проектов, является получение обратной связи по строительству новых объектов городской инфраструктуры от экспертов отрасли и горожан. Например, в Москве мобильное приложение «Строим просто» предоставляет актуальные сведения о строительстве в городе, а также

возможность принять участие в онлайн-голосованиях, посвященным различным градостроительным конкурсам [7].

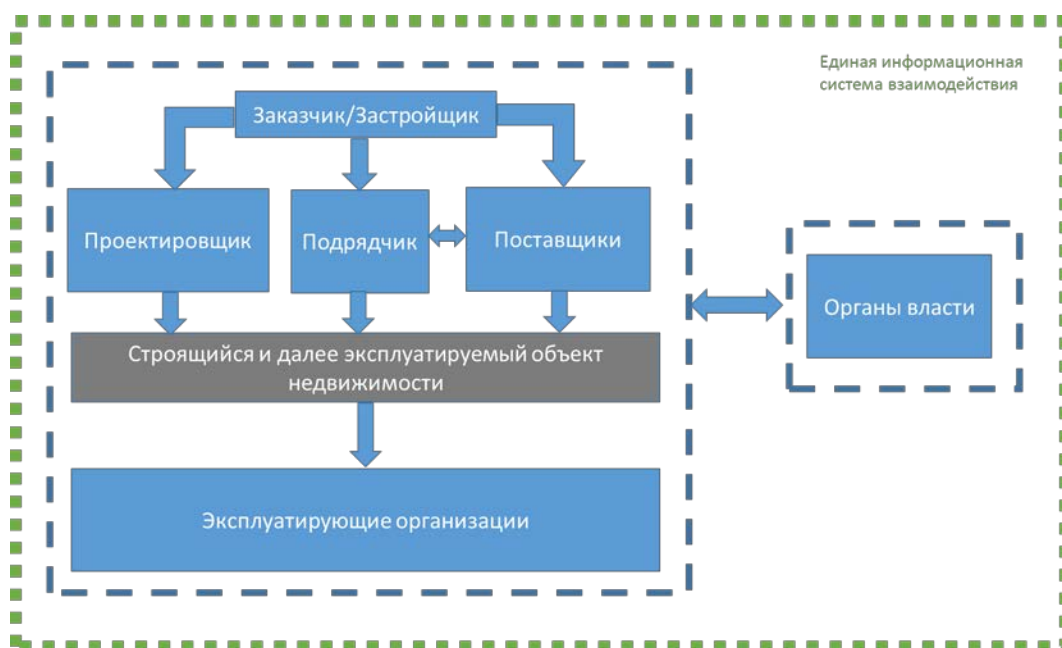


Рис. 1. Схема организации единой информационной системы взаимодействия участников строительства.

Повышению качества взаимодействия участников строительства в рамках одной или нескольких строительных площадок способствует внедрение мобильных информационных устройств, которые позволяют оперативно обмениваться проектной документацией, фотографиями выполненных объемов работ, проводить необходимые измерения и расчеты [8].

Мобильные технологии на строительной площадке обладают следующими преимуществами:

- увеличение параметров производительности производства работ;
- систематизация процессов контроля;
- улучшение качества потоков информации;
- оперативное решение проблемных и спорных ситуаций;
- экономия временных ресурсов;
- возможность создания автоматизированных отчетов и др.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С каждым годом на строительных площадках будет возрастать количество внедренных информационных технологий. Автоматизация процессов контроля за производством строительно-монтажных работ, оперативный обмен информацией, быстрый доступ к необходимым базам данных позволят оптимизировать количество затрачиваемого времени на выполнение многих строительных операций. В рамках всей строительной отрасли важным и эффективным шагом вперед станет создание и постоянное функционирование единой информационной системы, которая позволит осуществлять оперативное взаимодействие между заказчиками, застройщиками, проектными и строительными подрядчиками, поставщиками материалов и оборудования, органами власти.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Потенциал использования цифровых информационных моделей в рамках управления строительством // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 1. С. 52-55.

2. *Киевский И.Л., Алексанин А.В., Жаров Я.В.* Организационная обеспеченность строительных проектов на основе технологии информационного моделирования // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 12. С. 55-60.
3. *Сборщиков С.Б., Журавлев П.А.* Информационно-аналитическое обеспечение реинжиниринга территории и застройки // Промышленное и гражданское строительство. 2022. № 3. С. 52-58.
4. *Киевский И.Л., Жаров Я.В.* Формирование центров компетенций применения технологий информационного моделирования в строительстве // Промышленное и гражданское строительство. 2021. № 11. С. 4-10.
5. *Журавлев П.А., Коченкова Е.М.* Стадийность ресурсно-технологического моделирования по объектам капитального строительства при формировании инвестиционных программ // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 6. С. 76-80.
6. Официальный сайт национального объединения строителей. Режим доступа: <https://nostroy.ru/>
7. Официальный сайт Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы. Режим доступа: <https://stroi.mos.ru/news/vyshla-novaia-viersiia-mobil-nogho-prilozhieniia-stroim-prosto>
8. *Смирнова Ю.Н.* Потенциал использования мобильных информационных устройств на строительной площадке // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов филиала НИУ МГСУ г. Мытищи за 2018-2019 гг. 2019. С. 10-13.

СЕКЦИЯ «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»

СОВРЕМЕННАЯ СТРОЙПЛОЩАДКА И РОБОТЫ

*Гончаров А.И., студент 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Каждый из нас согласится, что человечество из года в год прогрессирует в различных сферах, стремясь упростить свою жизнь и минимизировать риски, связанные с так называемым человеческим фактором. По моему мнению, строительство является одной из сфер, которой действительно необходим прогресс по ряду причин: строительство – весьма трудоемкая сфера, недостаток рабочей силы может стать серьезной проблемой для нее, ошибки в строительстве ведут прежде всего к гибели масс людей, а также к излишним тратам ресурсов, что естественно неприемлемо. Поэтому внедрение роботов и искусственного интеллекта в строительную сферу закономерно и необходимо.

ВВЕДЕНИЕ

Идеи автоматизации строительных процессов возникли довольно давно, к примеру, в 1904 году Джон Найт сконструировал машину, укладывающую камень. Широкого распространения она не получила, однако участвовала в строительстве дома, который стоит до сих пор. И так, из года в год мы все стремились к тому, чтобы новые технологии не просто внедрялись на стройке, но и были коммерчески выгодны. Сейчас в строительстве широко используются дроны, различная техника, идет дистанционное управление машинами в особо опасных местах, осваиваются технологии 3D печати из бетона, а также идет разработка роботов для работы на стройке [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Дроны беспилотники уже получили широкое распространение на стройках и пользуются успехом. С их помощью происходит контроль за безопасностью на всей стройплощадке, изначальный анализ территории и составление карты строительного объекта. Одной из выдающихся разработок в этой сфере является дрон Z18UF, разработанный французской компанией DRONE VOLT. Он как раз выполняет функции непрерывного видеонаблюдения и имеет возможность непрерывно находиться в воздухе на протяжении 24 часов. К тому же данный экземпляр имеет хорошее увеличение и качество изображения. В России, к сожалению, еще не применяется, но уже применяется на западе в таких странах как Франция, Дания, США и многих других [2].

Переходим к следующей, еще более интересной технологии для строительства. Для начала небольшое предисловие. Сложно ли управлять обычным автомобилем? Безусловно, требуется опыт, бдительность и внимательность. А если это не просто легковой автомобиль, а шеститонная громадина с ковшом весом около двухсот килограмм? Тут, очевидно, требуется опытный специалист. Но при выполнении однообразных действий таких, например, как выкапывание котлована, снижается внимание, а следовательно, повышается опасность для других работников. К тому же потенциал опытного сотрудника тратится впустую. И вот тут нам на помощь приходят роботы. Разработка таких образцов началась сравнительно недавно – ведущая компания по этой отрасли Built Robotics была основана в 2016 году, а свой первый образец представила два года спустя. Однако перспективы этой отрасли огромны. На сегодняшний день компания реализовала проекты роботизированных экскаватора, бульдозера и погрузчика (Autonomous Dozer, Excavator and Skid Steer) (рис. 1). За основу разработки были взяты сама техника и специальная платформа AI Guidance System, подходящая по специфике

для земляных работ. С ее помощью обеспечивается автономность машин и процессов. Ну и конечно же, все это невозможно было бы без программного кода, разработанного для каждой машины отдельно. В результате мы получили технику, которая спокойно может выкопать фундамент на обозначенном строительном участке, обеспечивая безопасность при помощи различных датчиков (обнаруживает человека, кошку или собаку и прекращает движение), ориентируется по GPS и при этом работает самостоятельно. Основатель компании Ридли-Кэмпбэлл отмечает, что при этом еще и затрачивается меньше топлива. Несмотря на то, что мало кто слышал о таких нововведениях, эти роботизированные машины уже участвуют в американских стройках. Компания Independent, являющаяся крупнейшей строительной фирмой в США использует этих роботов для подготовки участков строительства, и, как сообщается руководством компании, это действительно удобно, такие машины освобождают специалистов для более сложных работ, выполняя рутинные действия самостоятельно. Стоит отметить универсальность разработок компании Built Robotics – они независимы от производителя и платформа может быть приспособлена к технике разных брендов [3].



Рис. 1. Автономная строительная техника

Есть и еще одна технология, упрощающая строительство, но потенциал которой человечество еще раскрыло не полностью. Это 3D печать бетоном. Тема эта вертится на слуху и попытки ее реализовать принимают и в России, причем весьма успешные. Стоит отметить, что роботы для 3D печати бетоном активно используются, особенно на Западе, для печати отдельных элементов домов [4]. Например, существуют компании, занимающиеся печатью 3D панелей, с помощью которых можно относительно быстро и дешево собрать готовый дом. Такие панели армируются и являются полыми, что позволяет заложить изоляцию и уменьшить потери тепла. Кроме таких панелей с помощью таких принтеров печатаются сложные формы декоративных изделий, а также ступеней лестниц и колодезных колец. Однако то, к чему мы сейчас стремимся – печать домов целиком. Плиты и отдельные части, это конечно хорошо, однако такие принтеры не могут работать в поле, они весьма нетранспортабельны. Но уже идут разработки таких принтеров, которые с нуля могут отпечатать так называемую коробку. К сожалению, коммерческого успеха это еще не имеет, поскольку присутствует множество нюансов, да и в целом технология еще сырая, но, стоит отметить, что в России с помощью технологий Apis Cor был напечатан дом, причем целиком и на месте. Сразу же можно

выделить основные недостатки: такой принтер может печатать только при температуре выше 5⁰, что конечно решалось при постройке зимой с помощью отапливаемого тента, однако это лишние траты; с помощью такого принтера пока можно отпечатать сравнительно небольшой дом; плоскую крышу тоже никак нельзя отнести к плюсам – скопление снега и влаги в межсезонье и зимнее время гарантировано; так же наблюдаются проблемы с отоплением – трудность с установкой газового котла со всеми вытекающими. И все же количество плюсов тоже приятно удивляет. Это относительно быстрое производство, создание дома любых форм, так же производитель отмечает низкую себестоимость – около шестисот тысяч за дом «под ключ», отделочные работы после печати легко проводить, поскольку дом изначально получается ровным и не требует дополнительной штукатурки. Стоит отметить, что эта же компания отпечатала самый большой дом на 3D принтере. Это здание муниципалитета в Дубае, двухэтажное, с весьма приличной площадью, было отпечатано с нуля, на месте, причем не в ходе эксперимента, а для реального использования (рис. 2). На данный момент этот проект завершен и в здании располагаются офисы. Планируется даже застройка квартала с помощью 3D печати. Поэтому за печатью домов стоит будущее.



Рис. 2. Процесс строительства муниципалитета в Дубае с использованием 3D печати

И, наверное, последней темой, которую хотелось бы затронуть, является использование человекоподобных роботов на стройке. Необходимо отметить, что на данный момент в реальных стройках не задействованы такие технологии. Разработкой же подобных роботов занимается японский Национальный институт передовых промышленных наук и технологий (AIST). Самая передовая разработка AISTa – робот гуманоидного типа HRP-5P. Он имеет сравнимый с человеком рост, обладает искусственным интеллектом, может самостоятельно передвигаться по лестницам, открывать двери, избегать препятствия, обладает способностью анализировать быстро меняющуюся ситуацию на стройке (а это в большой мере затрудняло внедрение роботов в строительство в прошлом) и к тому же способен выполнять захват различных объектов, таких как листы гипсокартона и поднимать тяжести до 7 кг на каждую «руку» (рис. 3). В отличие от предшественников, он практически не нуждается в контроле извне. Получив задачу, он сам распознает необходимый объект, выбирает лучшую траекторию перемещения объекта и выбирает как лучше и удобнее взять нужный объект. Весь контроль обеспечивается за счет различных датчиков. Пока есть еще над чем работать, но все же в

будущем этот робот спокойно может заменить работу человека на стройках в опасных местах, а, быть может, и просто в рутинном труде.

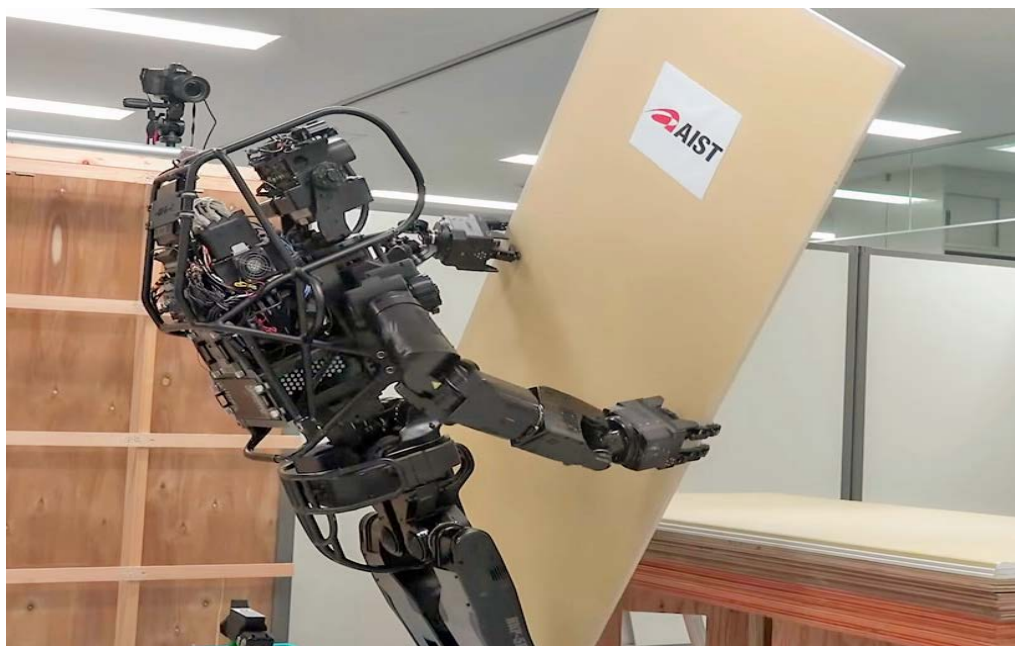


Рис. 3. Испытания робота компании AIST

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сказать, что появление роботов на стройплощадке – это явление естественное, как и предполагалось. Современная стройплощадка – это уже не территория массового человеческого труда, это контроль над различными машинами и регулирование этой деятельности. И вопреки распространенному мнению, можно утверждать, что роботы никогда не отнимут работу у человека, просто наша деятельность отныне будет направлена на решение более сложных задач, требующих человеческого мышления [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Кладова Т.О.* Использование роботов в современном строительстве // Молодой ученый. – 2019. – №26 (264). – С. 107–109.
2. *Носков И.В., Носков К.И., Тиненская С.В., Ананьев С.А.* Дрон-технологии в строительстве-современные решения и возможности // Вестник евразийской науки. – 2020. – Т. 12. – № 5. – С. 27.
3. Официальный сайт компании Built Robotics. <https://www.builtrobots.com>.
4. *Лохмутов Н.Д.* Перспектива развития 3D-печати в строительстве // Молодой ученый. – 2018. – № 23 (209). – С. 177–179.
5. *Абраменков С.А., Сергеева Н.Д., Шахторин М.П.* Перспективы перевода строительного производства на широкое применение роботов и манипуляторов // Инновации в строительстве. – 2017. – С. 7–12.

СТРОИТЕЛЬСТВО И РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ СЕКРЕТНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ СТРАТЕГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ В МОСКВЕ

*Карань О.И., студент 1 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Во все времена существования человечества между людьми возникали споры и разногласия. К сожалению, не всегда можно решить их мирными переговорами и стороны переходили к боевым действиям. В связи с усовершенствованием и развитием оружия, у человечества возникла необходимость в строительстве подземных сооружений стратегического назначения для поддержания страны в боеспособном состоянии во время военных событий. Такие сооружения позволяют продолжать бесперебойно работать властям и командным пунктам, во время военных действий, обеспечивая всем необходимым для жизнедеятельности и работы, а также связи между стратегическими сооружениями. Целью работы является изучение структуры и назначения «секретных» фортификационных сооружений стратегического назначения под Москвой. Задача, поставленная для достижения цели, – изучение строительства и предназначение подобного, ранее засекреченного объекта.

ВВЕДЕНИЕ

С возникновением угрозы ядерной атаки советское руководство приняло решение о необходимости роения секретных подземных стратегических сооружений, предназначенных для собственной безопасности и управления страной после ядерной атаки. Некоторые из них и по сей день остаются засекреченными, однако большинство уже устарели и не смогут выполнить возложенную на них задачу, в связи с развитием и усовершенствованием оружия массового поражения. На сегодняшний день часть из них рассекречена и переделана под музеи. Для наибольшего понимания масштабов, принципа строения и необходимости таких сооружений, рассмотрим один из подобных рассекреченных объектов – Бункер-42.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В 1950 году, по приказу Сталина «Метрогипротранс» начало вести работы по строительству Бункера. Считалось, что в случае ядерной войны объект станет надежным местом для работы правительства советского союза и полностью защитит от всех последствий ядерного взрыва. В эксплуатацию объект был сдан в 1956 году и на боевом дежурстве провёл 30 лет вплоть до 1986 г. Данный объект состоит из 4 блоков [1], связанных между собой торцевыми людскими ходками для быстрого и оперативного допуска, два из которых выделены для системы связи (блок № 1 и № 2), один блок предназначался для командного пункта (№ 4) и последний (№ 3) был выделен для систем жизнеобеспечения. Вход в объект осуществляется со ствола № 1 и со ствола «А», который находится под защитным оголовком, замаскированным под обычное здание (рис.1).



Рис. 1. Защитный оголовок

Вокруг бункера располагаются 3 линии метрополитена (рис.2):

- под объектом Калининская линия желтой ветки;
- чуть выше располагается Таганско-Краснопресненская линия фиолетовой ветки;
- в 150 м на одном же уровне располагается Кольцевая линия.

Сам объект связан лишь с кольцевой линией метро. Из бункера можно было попасть на станцию Таганская (Кольцевой линии) и в один из тоннелей метро, откуда в бункер завозили все самое необходимое.



Рис. 2. Расположение линий метрополитена

В 1947 г. Сталин подписывает указ о строительстве двух противоатомных сооружений [2]: объект 02 (Бункер-42) и объект 03 в районе метро Киевская (подземное спецсооружение, ранее использовалось как объект связи и ЗРП), к уже существующему бункеру министерства связи (объект 01) под площадью Белорусского вокзала в Москве (когда-то являлась спецобъектом Народного комиссариата связи). Именно кольцевая линия соединяла эти три объекта и в рамках разрушенного города от ядерного взрыва госаппарат имел возможность быстро и оперативно добираться до этих объектов.

Во время боевого дежурства стены выглядели иначе, нежели сейчас, но уже после 1986 года при ремонте из-за активного проникания сюда вод бассейна Москва реки, объект стал затопливаться и в связи с этим, было принято решение изолировать ходки стальными листами. Таким образом стены состоят из стальных листов толщиной 8 мм, после них идет 1м железобетона, затем известняк, из которого состоит таганский холм, где находится бункер, и чтобы вся эта конструкция держалась, она пронизана длинными анкерными болтами (длина которых составляет 1,5 м). Они соединяют все слои стены и уходят в известняк, а сверху закрепляются квадратной заклепкой и завариваются. Окраска в коричневый цвет выбрана не случайно, советские военные психологи считали, что именно такой цвет успокаивает нервы человека, и в случае длительного пребывания под землей не развивает скрытые психические заболевания.

Строение блока напоминает строение тоннеля метрополитена, оно такое же за исключением диаметра (на 3 м больше) и материалов. Бункер состоит из колец, каждое кольцо состоит из тубингов. Вес одного тубинга около 950 кг, их поднимала машина, а строители скрепляли болтами. Промежутки заполнялись саморасширяющейся смесью, в щели втискивалась толстая свинцовая проволока. Свинец не пропускает радиацию, но когда его много, он вреден для человеческого здоровья, поэтому после реконструкции его убрали. Официально этот бункер был приписан к центральному телеграфу и проходил как небольшой запасной узел связи, глубина которого 15 м, а площадь меньше 1000 м². На самом деле площадь бункера составляет 7000 м², а глубина 65 м.

В бункере находился запасный командный пункт дальней авиации и с 1956 по 1985 год проработали различные командующие. Бункер никогда не был приписан к министерству

обороны и никакую информацию о запасном пункте командования дальней авиации старались не указывать. На объекте был проведён эксперимент. Его закрыли на 10 суток автономного режима, т.е. все двери были закрыты, включились все виды вентиляции. Температура поднялась более 40°. В эксперименте участвовало 600 человек.

Реконструкция началась в 1985 году, после чего бункер перестал выполнять свою задачу. Можно сказать что этот объект был той малой частью огромной нервной системы управления страной в рамках ведения ядерной войны, однако из-за совершенствования оружия массового поражения, Бункер, созданный в 50-х годах, уже не мог выполнять поставленные перед ним задачи. Устаревшие объекты рассекречиваются, а на смену им приходят новые, более надежные и совершенные, засекреченные сооружения, о которых еще так мало информации. Одним из подобных сооружений является так называемое Метро-2.

Метро-2 (также известное как Д-6) — секретная подземная транспортная система в Москве для связи правительственных и военных командных пунктов и бункеров между собой. Но так как объект является засекреченным, информации о нем крайне мало, однако согласно журналу министерства обороны США (*Military forces in transition*, 1991), под Москвой находятся глубокозалегающие командные пункты как в городской Москве, так и за ее пределами. Эти объекты соединены сетью специальных глубоких линий метро, которые обеспечивают быстрое и безопасное средство эвакуации для правительства. Руководство может покинуть свои помещения через скрытые входы в защищенные помещения под городом. В Московской области есть два важных глубоких подземных командных пункта, к которым ведут специальные ветки метро [3]. В журнале представлена вероятная карта системы д-6, где пунктиром указаны направления тоннелей засекреченного метро, а черным цветом обозначены бункеры (рис.3).

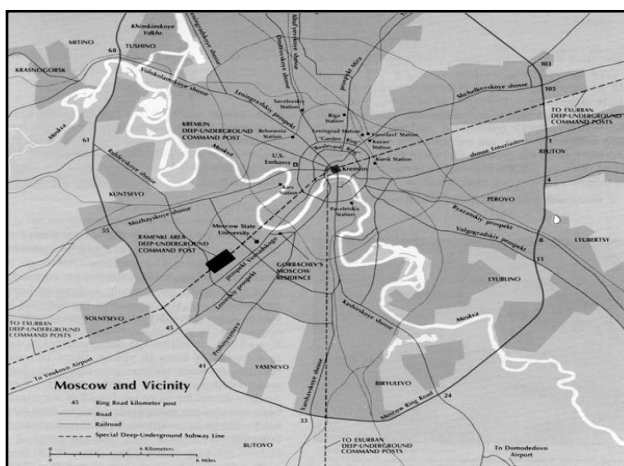


Рис. 3 Вероятная карта системы д-6

По существующей информации тоннели в метро-2 однопутные, с разъездами на некоторых станциях, контактный рельс отсутствует, а рельсы утоплены в бетон, для проезда колесной техники.

Кроме журнала министерства обороны США (*Military forces in transition*, 1991) о существовании Метро-2 говорят и данные официальных лиц. В 2008 году в интервью газете «Аргументы и факты» руководитель независимого профсоюза московского метрополитена Светлана Разина призналась: «Несколько лет назад среди машинистов депо «Измайлово» проводили набор для службы на секретных линиях. Попасты на территорию этих тоннелей могут только люди со специальным допуском. Чаще всего на этих ветках используются очень короткие составы, состоящие из электровоза на аккумуляторах и одного пассажирского вагона» [4].

Михаил Полторанин, вице-премьер и министр в правительстве Бориса Ельцина в начале 1990-х годов говорил: «Это и разветвленная сеть тоннелей, и запасной командный пункт на

случай войны, откуда можно командовать ядерными силами страны. Там может укрыться большое количество человек — это было необходимо для его обслуживания. Знаю, что в «Метро-2» есть ветки, которые уходят в Подмоскowie, чтобы командование могло переместиться подальше от эпицентра ядерного удара» [5].

В связи с отсутствием в системе контактного рельса Мытищинский машиностроительный завод в течении 1973 г собрал 3 контактно-аккумуляторных электровоза типа Л (рис. 4) и 6 вагонов типа Еж 6 (на базе обычных вагонов метро Еж 3) с номерами вагонов №5580-5584 и №5590. Позднее в 1986 было выпущено еще 4 вагона типа Еж 6 с номерами №0090-0093.



Рис. 4. Контактно-аккумуляторных электровоз Л-3

Однако в наше время некоторые вагоны списаны в резерв, а местоположение остальных остается неизвестным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенной работы, можно сделать вывод о том, что благодаря существованию подобных объектов, в случае ядерной атаки, страна останется боеспособной, руководство страны сможет укрыться и нанести ответный удар. Таким образом, данные сооружения способствуют предотвращению ядерной войны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Себрягина О.* «Бункер-42 на Таганке». Виртуальное путешествие по таинственному музею столицы // Нижегородская правда. – 2018. – 10.10. – С. 70.
2. *Полуказакова Т.* «Бункер-42»: почему «Таганская» многие годы была самой «боевой» станцией метро // Телеканал «Звезда», <https://tvzvezda.ru/>.
3. *Министерство обороны США.* Moscow's Deep-Underground Facilities // Military forces in transition. – 1991. – С.40–42.
4. *Александров Г.* Секретное метро. Спецлинии и сегодня продолжают строить // Аргументы и факты. – 2008. – № 15.10. – С. 42.
5. *Морозов Н.* Секретное метро Сталина откроют для всех? // Известия <https://iz.ru/news/322883>

СОВРЕМЕННАЯ АРХИТЕКТУРА БАТУМИ – ЖЕМЧУЖИНЫ ГРУЗИИ

*Кочемировская М.В., студентка 1 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Батуми – удивительный город. В какой-то момент Саакашвили решил сделать его основным туристическим городом Грузии, поэтому туда начали вливать немислимые суммы денег и строить невероятные архитектурные сооружения. Новые постройки с совершенно разными стилистическими решениями, необычные и странные по форме здания – вот что такое Батуми сегодня

ВВЕДЕНИЕ

За последнее время Грузия пережила серьёзные изменения на всех уровнях жизни. Революция Роз, проводимая Саакашвили с 2003 года, помогла выйти из постсоветского кризиса и обозначила новый путь развития страны [1, 2]. Западная цивилизация стала новым ориентиром в строительной отрасли. Изменились условия, среда, воздух, а значит и внешний вид городов тоже изменился, а за ним и их характер. Именно Батуми является замечательным сборником новых архитектурных идей и индикатором происходящих изменений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Здание университета Батуми.

Небоскребы в настоящее время стали неотъемлемой частью любого крупного современного города [3]. Спроектированная молодым грузинским архитектором Давидом Гогиашвили двухсотметровая башня является самым высоким небоскребом во всем Кавказском регионе. Батумский технический университет является самым авторитетным учебным заведением. Все предметы здесь будут преподаваться на английском языке, а дипломы будут иметь ту же ценность и значение, что и американские дипломы. Здание также известно, как «Батумский небоскреб». Небоскреб стоимостью около 200 млн. долларов был построен при поддержке американского фонда «Вызов тысячелетий» (хотя вскоре он вышел из проекта). Однако университет так и не открылся. На последних этапах строительство было отменено новыми властями Грузии, которые не хотели, чтобы идея Саакашвили стала национальным символом. В 2015 году небоскреб был продан с аукциона за 25 млн. долларов, и в нем должен был открыться еще один отель. Однако неизвестно, будет ли он открыт вообще. Что касается университета, миллиардер Иванишвили пообещал построить новый комплекс, который будет «в 10-20 раз лучше проекта, задуманного Саакашвили».

Башня Азбуки.

Башня «Алфавит» – новая достопримечательность Батуми, которая была построена в 2012 году по проекту испанца Альберто Доминго Кабо [4]. Она представлена в виде 33 гигантских букв грузинского алфавита, поэтому имеет культурное значение. 130-метровая башня визуально напоминает спиральную форму ДНК. На верхнем этаже находится смотровая площадка с отличной обзорной площадкой, откуда открывается прекрасный вид на город, горы, бульвар и море. Помимо террасы, здесь есть зона туристической информации, где можно воспользоваться онлайн-гидом и получить как можно больше информации о Батуми и Грузии. На вершине купола можно отдохнуть и покушать во вращающемся ресторане. Полный оборот ресторан совершает за 60 минут.

Автозаправочная станция Socar.

Проект заправочной сети Socar, который The Huffington Post в 2013 году включил в число 100 самых современных зданий мира, является очень интересным архитектурным сооружением. Со стороны фасада здание окутано водой. А со стороны заправки – огромная консоль. Заправка и кафе изолированы друг от друга, а внутри здания есть целая «цветущая

стена» из растений. Автором проекта стал грузинский архитектор, выпускник Гарвардской школы дизайна Георгий Хмаладзе.

Дом Юстиции.

Местный Дом юстиции был открыт в 2010 году. Формой он похож на опрокинутую бутылку, поэтому иногда его называют «Бутылкой». Автор этого шедевра – итальянец Микеле де Лукки. Кроме собственно сервисного центра, где граждане могут очень быстро получить практически любые госуслуги, в нем также есть кафе и бар, чтобы перекусить.

Здание банка.

Здание бывшего Национального Банка было построено в 1911-1913 годах по проекту талантливейшего тбилисского архитектора Михаила Оганджанова. Своим фасадом оно выходит на площадь Европы, а его башню его украшают астрономические часы. При помощи данный часов возможно узнать астрономические данные, такие как размещение солнца, фазы луны, меридиан, горизонт.

Батуминский бульвар.

Бульвар Батуми – это прекрасные 7 километров морской прогулки, гармонии, отдыха, вдохновения и развлечений. Внешний вид бульвара менялся и совершенствовался более 100 лет. С 1884 года года над проектом работал высокоталантливый и знаменитый французский садовод-декоратор Михаил Д'Альфонт. Одна из самых необычных построек этого бульвара – статуя Али и Нино. Али и Нино – это батумский шедевр самый современный искусства. Начиная с 2011-года года любой, кто хоть раз посещал Батуми, не мог не заинтересоваться статуей влюблённых. Невероятная любовь мусульманина Али и христианки Нино сподвигла Тамару Квеситадзе на создание это шедевра. Высокие движущиеся статуи показывают настоящую любовь, для которой нет разницы в религиях, противоречиях и расстояниях [5]. Фигуры мужчины и женщины приближаются друг к другу, потом сливаются, словно в нежном танце, а после снова отдаляются. Этот памятник чарует всех наблюдателей и не оставляет никого равнодушным.

Дворец бракосочетаний.

Рядом с центральным пирсом и музыкальным фонтаном находится Батумский дворец бракосочетаний. Он поражает всех гостей города своим архитектурным изыском и оригинальностью. Вошедший в топ 10 самых необычных дворцов бракосочетаний в мире, он является самым маленьким их всех. В зависимости от полёта фантазии Загс подсказывает собой ракушку, человеческий глаз, дельфина и др.

Танцующий фонтан.

Новый танцующий фонтан занимает одно из лидирующих мест по количеству посещений туристами. Установлен и оборудован данный фонтан французскими специалистами. Танцующий фонтан очаровывает не только новыми технологиями и спецэффектами. Его окружает огромное водное пространство озера Ардагани, зеркально увеличивающее формат танца света в сплетение с водой. Она же с свою очередь меняет узоры, поддерживая музыкальный ритм и кульминации, светится всеми цветами радуги. Местные жители часто называют этот фонтан «Пламя Вечернего Батуми» и сравнивают его с лучшими поющими фонтанами Европы. Музыкальные композиции подобраны здесь на любой вкус и настроение: начиная от грузинских национальных мотивов заканчивая мировыми хитами. Фонтан начинает работать около 9 часов вечера. А в 22:00 гостям предоставляется возможность увидеть роскошное лазерное 3D-шоу, полотном которому служит вода. Программа коротко повествует своими водными рисунками об истории страны и города Батуми, проектирует всем знаменитое «Лебединое озеро» и меняет сотни разных геометрических узоров. В летнее время фонтан радует туристов по 3-4 часа подряд.

Рестораны.

Рестораны Батуми достойны отдельного места в нашем списке самых необычных и новых построек. Все они имеют разную идейность и направленность. Прогуливаясь по улицам Батуми, мы можем встретить и ресторан у подножья итальянской башни, и ресторан на

Батумском бульваре, стилизованный под греческий Акрополь, и даже перевёрнутый ресторан, визуально и названием напоминающий американский белый дом.

Новые жилые проекты.

Современные жилые проекты – это здания, совмещающие в себе различные стили и нагромождение несочетаемых элементов. Здесь вы увидите и хай-тек – смесь космических мотивов с упрощёнными классическими элементами, и европейскую классическую архитектуру эпохи Возрождения и Парижские башни на центральной площади.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно сделать вывод, Батуми – город с огромным количеством разнообразной архитектуры, идей и исполнением, повторяющие Запад. Может показаться, что за всем этим он потерял свою аутентичность, что улицы его старой части имеют больше западный характер, нежели грузинский. Более древние постройки неохотно приводят в былое состояние, зато новые многоэтажные дома строят в большом количестве. Батуми – это город, безумный во всех своих проявлениях! И архитектура только подчёркивает это безумство. Просто другой мир. Равнодушным точно никого не оставит!

ЛИТЕРАТУРА

1. *Месхия Н.* Личность М.Н. Саакашвили и его роль в «Революции роз» // Постсоветские исследования. – 2018. – Т. 1. – № 7. – С. 674–678.
2. *Верч Д.В.* Грузия после «Революции Роз» // Кавказ и глобализация. – 2006. – Т. 1. – № 1. – С. 64–77.
3. *Болдин Н.Р.* Небоскреб как элемент городской структуры. Проблемы и перспективы // Научный лидер. – 2021. – № 21 (23). – С. 88–90.
4. Башня Азбуки // https://ru.wikipedia.org/wiki/Башня_Азбуки.
5. *Musayeva I.* About the authorship of «Ali and Nino» // Вопросы истории. – 2021. – № 6-1. – С. 241–248.

МОСТ ВИАДУК МИЙО КАК ЧУДО ИНЖЕНЕРНОЙ МЫСЛИ

*Лапшин И.А., студент 1 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

В статье представлено полное описание характеристик моста Виадук Мийо, рассмотрение методов использованных при возведении и непосредственно сам процесс строительства.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из уникальных инженерных мегаструктур является вантовый мост Виадук Миллоу (Мийо). Он проложен над долиной реки Тарн на юге Франции. Мост является одним из чудес инженерной и конструкторской мысли. Виадук Мийо был разработан французским инженером Мишелем Вирлажо и гениальным архитектором Норманом Фостером. Строители сразу поставили 3 сложнейшие задачи: на высоте нескольких сотен метров построить самые высокие мостовые опоры в мире, разместить на них дорожное полотно весом 36 тысяч тонн, поставить 7 стальных пилонов весом по 700 тонн. На счету сооружения сразу три мировых рекорда: самая высокая опора – 245 м; рекордная высота одного из пилонов вместе с опорой – 343 м, что на 19 метров выше Эйфелевой башни; максимальная высота дорожного полотна над землей – 270 м. Построить такое уникальное сооружение было чрезвычайно трудно [1].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Виадук Мийо имеет ряд интересных конструктивных и технологических решений. Протяжённость моста 2460 метров. Он включает восемь пролетов: длина шести центральных – 342 м каждый, длина двух крайних по 204 м. Путепровод шириной 32 метра имеет изгиб в горизонтальной плоскости с радиусом кривизны около 20 километров и уклоном в 3 % от юга к северу. Движение осуществляется по двум рабочим полосам в каждом направлении. Кроме того, есть две дополнительные резервные полосы [2].

Огромные опоры, каждая из которых установлена на сваях, возводят шаг за шагом 4-х метровыми секциями, бетон заливают во временные скользящие гидравлические опалубки, где уже заранее связан арматурный каркас. Эти опоры держат вантовые пролётные строения весом 36 000 тонн (больше, чем четыре Эйфелевы башни). Для построения всей конструкции потребовалось более 16 тонн стальной арматуры. При возведении опор бурились скважины-колодцы глубиной до 15 метров и диаметром 5 метров, которые затем заполнялись армированным бетоном [3]. Диаметр самой длинной колонны 24,5 метра у основания и 11 метров у дорожного полотна. На их постройку ушло 200 тыс. тонн бетона, именно для этих колоссальных цифр необходимого материала рядом со строительной площадкой был построен завод по производству специального бетона с очень точным составом.

Для того, чтобы мост собрался в точную единую конструкцию, а также для того чтобы идеально измерить вертикальный уровень опор, был использован метод с применением GPS. Он заключался в том, что несколько спутников давали точные координаты местоположения строителей для максимальной точности возведения. В итоге погрешность такого уникального способа составила не больше 4-х миллиметров.

Далее началось возведение дорожного полотна, каркас которого изготовлен из стальных коробчатых балок жёсткости с прямоугольным профилем сечения. Монтаж пролётных строений осуществлялся с двух сторон путём продольной надвижки дорожного полотна по основным и временным опорам, которые были построены в середине каждого пролета для его уменьшения (рис.1). Во время продвижения инженеры внимательно следили за прогнозами погоды.



Рис. 1. Пролетные строения моста Виадук Мийо

Скорость ветра могла достигать до 130 км/ч, что могло вызвать разрушение, так как этот этап – самый опасный при возведении моста. Потребовалось 14 месяцев, чтобы соединить дорожное полотно с разных краев моста в одно единое целое.

Сборка полотна осуществлялась из отдельных секций длиной 22 метра, каждая из которых изготавливалась в заводских условиях и имела свою оригинальную геометрию. На каждой опоре была установлена сложнейшая система гидравлических домкратов с клинообразными направляющими, которые, передвигаясь, поднимали и одновременно перемещали дорожное полотно целиком в продольном направлении. Данная система применялась впервые при строительстве мостов.

При выдвигании дорожного полотна для увеличения жёсткости свободно висящих консольных участков использовались пилоны и ванты, которые перемещались вместе с полотном. Скорость такой системы составляла 600 миллиметров за 4 минуты. Благодаря спутниковой системе позиционирования GPS, использованной также и при замыкании дорожного полотна над центральным пролетом, после продвижения его с двух сторон на расстояние 2460 метров, расхождение между контактными поверхностями составило менее 1 см. Тем самым точность работ составила немыслимые без малого 100 %, благодаря огромному труду инженеров и строителей.

По задумкам строителей поперечное сечение полотна имеет форму перевернутого крыла самолета, то есть антикрыла. Благодаря этому при сильном ветре воздушный поток не поднимает, а, наоборот, прижимает дорожное полотно к опорам. Форма сечения тестировалась на стадии проекта в процессе испытаний модели моста в аэродинамической трубе.

Последней стадией проекта была установка вертикальных пилонов массой 700 тонн и натяжение вант. При их установке использовалась технологии возведения обелисков древних египтян. Для предотвращения провисания и обвала моста было использовано 154 троса. Каждый трос состоит из 91 стальной жилы и способен выдержать нагрузку до 25 тысяч тонн. В отличие от известных вантовых сооружений, Виадук Мийо поддерживается не двойным, а одинарным рядом стальных тросов, каждый из них имеет тройную защиту от коррозии: гальваническая обработка, покрытие защитным слоем воска и полиэтиленовое экструдированное покрытие. На внешней поверхности тросов сделана оплетка, по всей длине которой проходят спиральные канавки для направленного стока воды. Это сделано для предотвращения развития аэроупругих явлений, связанных с отрывом гидравлических струй и образованием завихрений при дожде и сильном ветре. При этом многотонные ванты испытывают сильное воздействие стихии, что вызывает автоколебания. Чтобы упругие колебания вант не передавались балкам жёсткости дорожного полотна, используются демпферы, представляющие собой гидравлические цилиндры с поршнями [4]. Кроме того, если в стандартных большепролетных мостовых переходах один конец несущего троса

крепится к земле, то в многопролётной конструкции Виадук Мийо ванты перекинуты через пилоны, скрепляя друг с другом два смежных пролёта [5].

После строители выполнили финальную отделку – на полотно уложили около 10 тыс. тонн асфальта. Целых 2 года исследователям понадобилось для поиска оптимальной формулы особого вида асфальтобетона, в основе которого минеральная смола. Материал оказался достаточно мягким для адаптации к совместным деформациям с металлом, не создавая трещин. Он обладает такими характеристиками, как износостойкость, сцепление покрышек, плотность, отсутствие наплывов и колебности, что соответствует всем требованиям к дорожному покрытию. После этого мост прошел испытание 900 тонной нагрузкой, максимальный прогиб пролета под нагрузкой составил 26 см.

Конструкция мегасооружения содержит десятки километров электрических кабелей. Из них около 30 км высоковольтных, 20 км оптоволоконных и 10 км слаботочных кабелей. Для оперативной связи обслуживающих команд, как с центром управления, так и друг с другом предусмотрено 357 телефонных точек, расположенных на разных участках моста.

Виадук буквально усыпан различными датчиками и системами слежения за состоянием моста. Приборы измеряют температуру, изменения уклонов, скорость и направление ветра, а также массу другие параметры. На самой высокой опоре деформации измеряют 12 датчиков-тензометров, проводится до 100 измерений в секунду. Все данные о состоянии виадук стекаются в центр контроля и управления, расположенный в районе пункта оплаты проезда. Контрольная аппаратура предназначена для отслеживания колебаний и сдвигов всей конструкции целиком, а также отдельных участков.

В 2004 году 14 декабря президент торжественно открыл мост Мийо, который стал настоящей гордостью для всей Франции. На строительство было потрачено 477 млн. долларов. Всего лишь за три года была построена самая высокая автомобильная переправа в мире со сроком службы минимум 120 лет. За всё время работы на строительной площадке не случилось ни единого несчастного случая, что крайне редко для строительства таких высоких мостов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего вышесказанного можно уверенно заявлять, что мост Виадук Мийо является величайшим достижением инженерной мысли настоящего века. Он обладает сразу несколькими рекордами. Гигантский мост, протянувшийся над долиной реки Тар, обеспечивает быстрое передвижение из Парижа в маленький город Безье. Его строительство было необходимо, поскольку именно в Безье расположено множество учебных заведений и центров переподготовки высококвалифицированных специалистов. Мост Виадук Мийо по праву можно считать вершиной мастерства инженеров и архитекторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Паршикова Ю., Миронова Е.В.* Сооружение самого высокого моста // Техническая графика: от истоков к современности. – 2016. – С. 30–32.
2. *Галич А.В., Евсеев А.А., Забейворота В.А., Симакова А.А.* «Дорога в облаках» или самый высокий мост в мире // Молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2017. – С. 136–140.
3. *Залогина А.С.* Особенности вантовых мостовых конструкций на примере Виадук Мийо // Реабилитация жилого пространства горожанина. – 2021. – С. 118–122.
4. *Аквит Е.В., Яшкова А.В.* Вантовые мосты: «Русский» (Россия) и «Виадук Мийо» (Франция) // Наука, образование и экспериментальное проектирование. – 2014. – С. 388–389.
5. *Кузнецова А.П.* Шедевры мостостроения // Наука, образование и экспериментальное проектирование. – 2016. № 1 (6). – С. 74–84.

СТРОИТЕЛЬСТВО И РАЗВИТИЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

*Логвинов Н.В., студент 1 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Сегодня интенсивно развивается и строится Московское метро, оно составляет неотъемлемую часть жизни большинства москвичей. Им пользуются 69 % жителей Москвы, единственный способ сэкономить время это метро, что делает его незаменимым ресурсом города. С каждым годом население Москвы растет, и подобная проблема вынуждает рост и развитие метрополитена. Цель данной работы заключается в изучении развития Московского метро, которая позволит показать необходимость его расширения.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, население Москвы около 12 миллионов человек, и это число с каждым годом растет. Сейчас самый быстрый способ сократить путь – спуститься в метро. На сегодняшний день метро Москвы одно из самых чистых, быстрых и эффективных метро во всем мире [1].

Однако самой главной проблемой метрополитена является его перегрузка в часы пика, перегрузки составляют 15-40% в зависимости от линии. Ежегодно количество пассажиров растет на 2-3%, в ближайшем будущем данная динамика приведёт к транспортному коллапсу.

Помимо перегрузок не мало важной проблемой являются пробки. В часы пик (утром с 8:00 до 10:100 и вечером с 18:00 до 21:00). Зачастую они образуются на эскалаторах и лестницах, на переходах между станциями, а на конечных люди не могут попасть с улицы в метро. Обычно причиной пробок являются ремонт эскалаторов. Но бывает и такое, что работает лишь один из эскалаторов, вместо двух и более, их специально отключают работники метро для того, чтобы избежать главной проблемы метро «перегрузки» [2].

С появлением новых станций метрополитена пассажиропоток увеличится незначительно, но станет более равномерным. Привлечение новых пассажиров возможно благодаря улучшениям условий обслуживания – новые станции, пересадочные пункты, комфортабельные вагоны, уменьшение напряженности пассажиропотока в часы «пик» и более частых интервалов движения, увеличение скорости движения вагонов и эскалаторов и т.п.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Московское метро – самое большое в Европе метро по пассажиропотоку, и находится на втором месте во всем мире по этому показателю, является одним из самых протяженных метрополитенов, имеет первое место по интервалам движения поездов и соблюдению графика [3].

Стремительное развитие метро является главной программой в улучшении инфраструктуры столицы, потому что именно подземный транспорт дает возможность эффективного и комфортабельного перемещения по всему городу. Это прямо пропорционально влияет на экономическую жизнь столицы. Именно за этим фактом мы будем наблюдать и изучать его.

Но начнем издали, чтобы наглядно увидеть как развивалось Московское метро. 15 мая 1935 года открылось первое метро в России . Поезда имели два маршрута: от «Сокольников» через центр до «Парка культуры» и от «Сокольников» с ответвлением от «Охотного Ряда» до «Смоленской» (рис. 1) [4].



Рис. 1. Метро в 1935 году

В 2011 году в Москве началась самая масштабная программа развития метро на сегодняшний день. Рост строительства Московского метрополитена остается почти самым высоким в мире. С 2011 года в Москве построили почти 200 километров линий метро. Открыли 100 станций, включая 31 станцию Московского центрального кольца.

В период с 2011-2015 г построили 18 станций, которые сейчас пользуются известностью. Такие как станция «Котельники». Постройка метро от «Выхино» до «Котельников» во много раз уменьшила пассажиропоток, поскольку эта часть ветки будет плавно заполняться пассажирами.

Новую эпоху в 2016 году открыло Московское центральное кольцо длиной 54 км. Городская железная дорога насчитывает 31 станцию, а также встроена в метрополитен, по ней движутся современные поезда «Ласточка».

Таким образом, развитие метро необходимо с каждым годом, это воздействует на освобождение автомобильных трасс, которые являются одной из главных проблем Москвы, избегать перегрузок, развивать инфраструктуру города.

В 2022 году схема московского метро продолжит расти. За год планируют построить 8 новых станций. В будущую схему метро вошла Большая кольцевая линия, пять диаметров и более 200 новых станций, которые планируется построить к 2030 году.

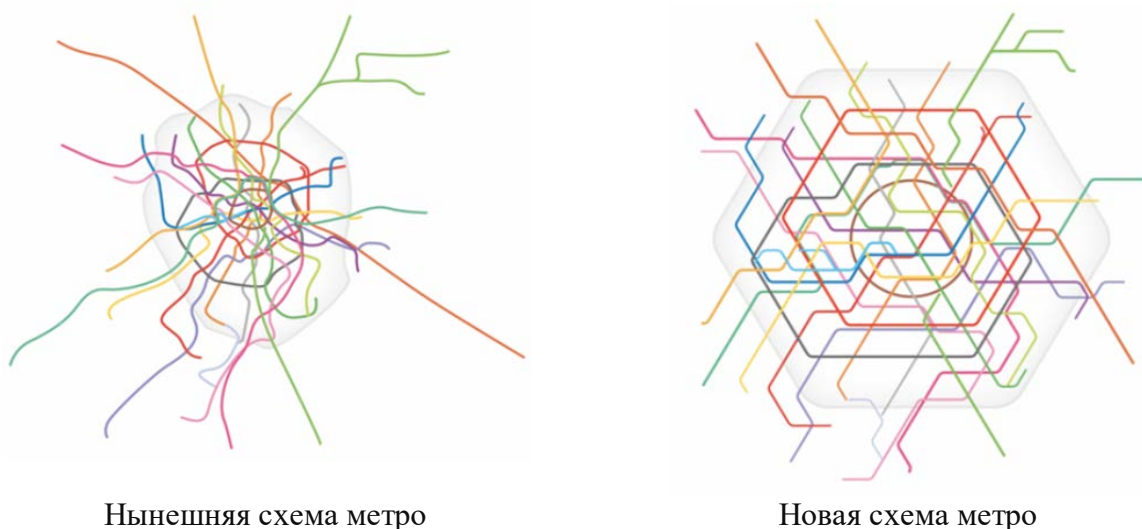


Рис. 2. Планы метро на 2030 год

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги мы наглядно видим, как развивается Московское метро. С каждым годом показатели открытия новых станций растут (табл. 1). Также заметен рост увеличения пассажиров (табл. 2), в 2019-2020 наблюдался спад, являющийся следствием пандемии, который определенно не будет длиться вечно [5]. Данные показатели благоприятно влияют на Московскую инфраструктуру, что, несомненно, указывает на рост и развитие Московского метрополитена.

Табл. 1. Динамика открытия станций Московского метро 2011-2021 гг.

Год	Относительный прирост станций	Количество действующих станций
2011	3	153
2015	4	168
2016	3+31 МЦК	202
2017	4	206
2018	17	223
2019	8	231
2020	7	238
2021	12	250

Табл. 2. Динамика пассажиропотока Московского метро 2011-2021 гг.

Год	2011	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Количество пассажиров (млн.)	2389	2385	2379	2442	2434	2561	1597

ЛИТЕРАТУРА

1. Белановская Ю.Е., Миронова А.В. Особенности развития инфраструктуры современного мегаполиса (на примере московского метрополитена) // Вестник РУДН. – 2016. – № 2. – С. 103–106.
2. Поматилов Ф.С., Намиот Д.Е. Об анализе пассажиропотоков Московского метрополитена // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2019. – Т. 15. – № 2. – С. 375–385.
3. Цветкова Е.А. Статистический анализ работы Московского метрополитена (динамика общих экономических показателей) // Российское предпринимательство. – 2014. – № 24 (270) – С. 215–228.
4. Ефремова М.С. Историко-культурные аспекты строительства первой очереди Московского метрополитена // Общество: философия, история, культура. – 2020. – № 1 (69). – С. 97–103.
5. Сайфуллин М.А., Кольцова Е.А., Симонова Я.А., Макиев Е.А., Климова Е.А., Пылаева Е.Ю., Зверева Н.Н., Пшеничная Н.Ю. Использование средств индивидуальной защиты

пассажирами московского метрополитена в условиях пандемии Covid-19 // Проблема особо опасных инфекций. – 2021. – № 4. – С. 128–136.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА УСТАНОВЛЕНИЯ В ЗАДАЧАХ МЕХАНИКИ

*Меликсетян С. Р., студент 2 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Курбатов А.С., доцент кафедры. ФО, к.т.н.*

Аннотация

В статье представлено исследование особенностей использования метода установления к задачам механики.

ВВЕДЕНИЕ

Современные требования к обеспечению оптимального проектирования, низкой материалоемкости, энергетической эффективности ужесточаются практически в любой области техники и строительства. С появлением новых материалов и технологий их обработки появились технические возможности создавать детали очень сложных форм, что приводит к необходимости разработки новых методов анализа работоспособности и математических моделей поведения изделий, обладающих сложной конфигурацией. При этом математические модели должны быть основаны, с одной стороны, на фундаментальных теоретических основах расчета, подтвержденных практикой, с другой же стороны, они должны учитывать такие факторы как:

- новые условия нагружения, вызванные повышающимися с каждым годом требованиями к условиям эксплуатации;
- механизмы поведения материалов, вызванные их сложной структурой, химическим составом, а также влиянием окружающей среды;
- возможность технической реализации создаваемой модели.

Существуют большое количество методов решения задач математической физики, обладающие как рядом преимуществ, так и недостатков. К одному из перспективных методов можно отнести метод установления.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При решении конкретных задач инженеры-расчетчики сталкиваются с рядом проблем, основные из которых:

- большое машинное время расчета, которое с одной стороны усложняет процедуру отладки разработанной математической модели, с другой стороны позволяет оперативно получать решения для большого числа используемых параметров;
- большая размерность задачи, часто приводящая к невозможности решения задачи на существующем на предприятии или у исследователя оборудовании [1];
- сложность создания эффективного алгоритма, обеспечивающую высокую точность и хорошую сходимость получаемых решений.

Особенностью применения методов установления является возможность использовать универсальную динамическую добавку к статическим уравнениям, как в аналитическом виде, так и аппроксимациям как, например, конечно-разностным и конечно-элементным сеткам [2, 3].

У метода установления можно выделить две особенности. С одной стороны, можно провести аналогию с итерационными методами. В этом случае шаг по времени можно рассматривать как очередное приближение решения, что позволяет получить высокую точность. С другой стороны, при реализации алгоритма, возникает аналог хорошо исследованной задачи Коши для систем дифференциальных уравнений. Методы решения таких задач хорошо справляются с возникающими нелинейностями. Сочетание этих двух факторов с простотой реализации говорит о его высокой значимости.

Немаловажным фактором является универсальность данного метода, которая позволяет применять его как надстройку на аналитические решения, конечно-разностные и конечно-элементные модели [4].

Алгоритм применения данного метода можно представить в виде блок-схемы (рис. 1).

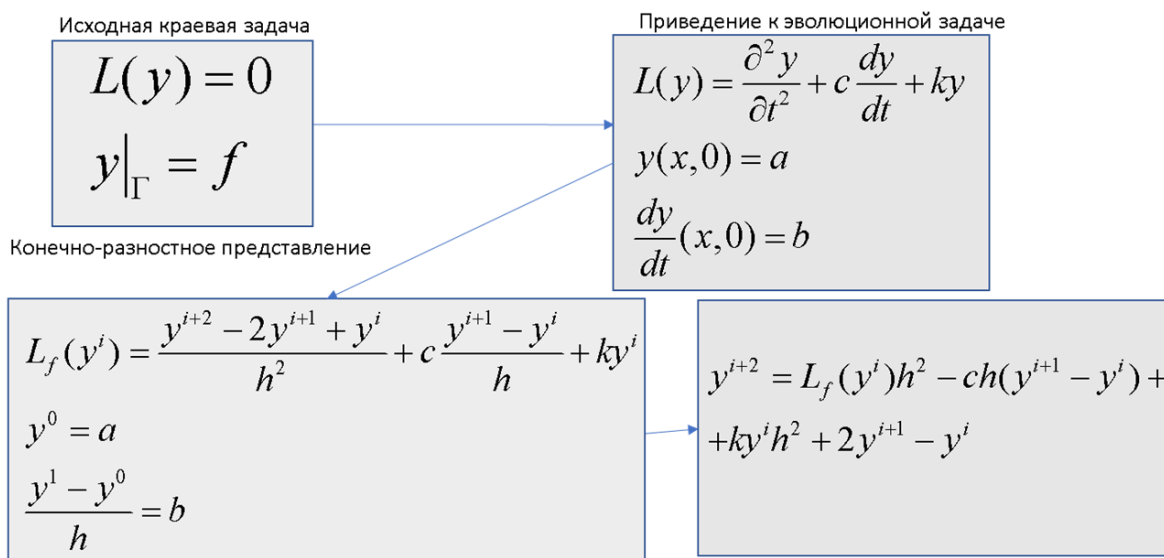


Рис. 1. Блок-схема алгоритма метода установления

Для исходной краевой задачи создается динамическая добавка и начальные условия с определенными коэффициентами. Далее к динамической добавке применяется конечно-разностная аппроксимация и, с помощью явного шаблона, запускается вычислительный процесс. При большом количестве шагов по времени колебательный процесс устанавливается в решении исходной краевой задачи. В качестве тестового примера использовалось обыкновенное дифференциальное уравнение

$$a \cdot y'' + b \cdot y' + c \cdot y + d = 0$$

с граничными условиями $y(0) = 0, y(1) = 1$.

Точное решение данной задачи имеет вид:

$$y(x) = -\frac{1}{c} e^{1/2 \frac{(-b + \sqrt{-4ca + b^2})x}{a}} \left(e^{-1/2 \frac{b + \sqrt{-4ca + b^2}}{a}} d - c - d \right) \left(e^{1/2 \frac{-b + \sqrt{-4ca + b^2}}{a}} - e^{-1/2 \frac{b + \sqrt{-4ca + b^2}}{a}} \right)^{-1} + \frac{1}{c} e^{-1/2 \frac{(b + \sqrt{-4ca + b^2})x}{a}} \left(d e^{1/2 \frac{-b + \sqrt{-4ca + b^2}}{a}} - c - d \right) \left(e^{1/2 \frac{-b + \sqrt{-4ca + b^2}}{a}} - e^{-1/2 \frac{b + \sqrt{-4ca + b^2}}{a}} \right)^{-1} - \frac{d}{c}$$

Применяя алгоритм метода установления было получено решение с течением времени. Сравнение решения в последний момент времени с точным показало хорошую сходимость.

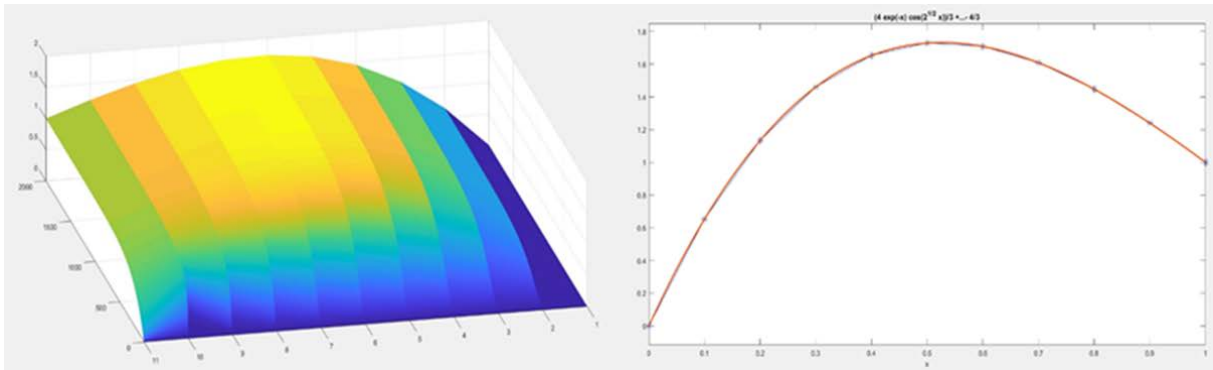


Рис. 2. Решение задачи методом установления и сравнение с точным решением

Также был проведён сравнительный анализ нелинейного решения задачи о деформировании тонкостенной цилиндрической оболочки с вырезами, полученного с применением решателя программного комплекса ANSYS и метода установления [5].

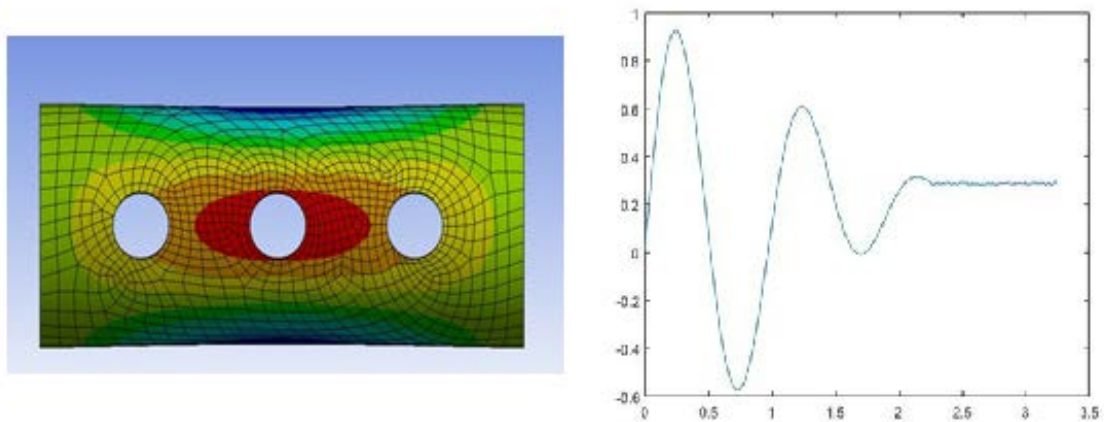


Рис. 3. Сравнение решения МКЭ и метода установления

На рис. 3 представлено решение задачи стандартным нелинейным решателем ANSYS и решение в одном из узлов с помощью метода установления. Различия в решении составляют менее 1 %, что говорит о высокой эффективности метода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- метод установления является эффективным методом решения краевых задач как линейных, так и нелинейных.
- метод поддаётся распараллеливанию, что позволяет использовать его как на нескольких процессорах одновременно, так и на одном, но с значительно меньшим объёмом используемой памяти.
- метод является универсальным, то есть используемые алгоритмы можно применять для широкого класса задач математической физики.

К недостаткам метода можно отнести необходимость дополнительного предварительного анализа задачи с целью рационального выбора коэффициентов динамической добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1983. – 616 с.
2. Годунов С.К., Рябенький В.С. Разностные схемы. – М.: Наука, 1977. – 440 с.

3. *Федоренко Р.П.* Введение в вычислительную физику: учебное пособие для вузов. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 504 с.
4. *Бахвалов Н.С.* Численные методы: учебник. Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 636 с.
5. *Голованов А.И., Тюленева О.И., Шигабутдинов А.Ф.* Метод конечных элементов в статике и динамике тонкостенных конструкций. – М: Физматлит, 2006. – 392 с.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТОПЛЕНИЯ ДОМА МАЙНИНГ-ФЕРМАМИ

*Морозов М.Н., студент 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Галишиников А.А., ст. преподаватель каф. ФО, к.ф.-м.н.*

Аннотация

Обогреть собственный дом и получать с этого прибыль? Нет, это не фантазии, это реальность. С появлением криптовалют появились способы их добычи. Один из таких способов это майнинг-ферма. Все, кто майнит криптовалюту, задумываются о том, как избавиться от тепла, которое выделяет ферма. Но, что если этим теплом греть не улицу, а дом? Уникальность такого нового способа отопления домов заключается в том, что отапливая дом, мы получаем с этого деньги.

ВВЕДЕНИЕ

Что из себя представляет эта майнинг-ферма под названием Asic? ASIC – это устройство для майнинга. Оно состоит из контрольной платы, блока питания и вентиляторов.

Вентиляторы очень шумные, поэтому для нашей цели мы будем использовать иммерсионное охлаждение. Помимо бесшумности такое охлаждение продлевает жизнь ферме. Майнинг-фермы устанавливаются в специальную ванну из полипропилена, наполненную иммерсионной жидкостью.

Для теплоотвода устанавливается теплообменник, который в свою очередь нагревает жидкость, которая будет течь по трубам и батареям. За регулированием подачи тепла следит запрограммированная плата.

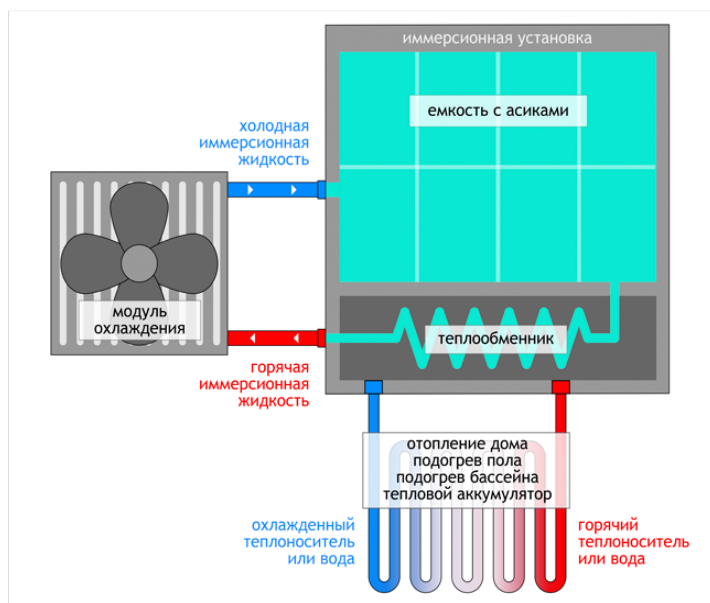


Рис. 1. Схема подключения майнинг-фермы к системе отопления

Теперь стоит разобраться что такое криптовалюта [1-3]. Криптовалюта - это виртуальные деньги, которые, в отличие от фиатных денег, не имеют физического выражения. Особенностью является их защита от подделки, поскольку данные шифруются, их невозможно дублировать. Ключевой особенностью криптовалюты является отсутствие внутреннего или внешнего администратора, поэтому банки, налоговые, судебные и другие государственные и частные органы не могут влиять на транзакции любого участника платежной системы. Переводы криптовалюты необратимы, никто не может отменить, заблокировать, оспорить или заставить (без закрытого ключа) транзакцию [4].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рассмотрим самый обычный дом площадью 150 м² в Москве и Московской области, норматив на сопротивление теплопередачи для стен равен 3.16 м⁰С / Вт. Для такого дома нам понадобится примерно 10 кВт тепловой мощности.

На отопление такого дома лучше всего взять майнинг-ферму Asic Bitmain Antminer S 9 (рис. 1), т.к. у неё самый высокий коэффициент полезности для отопления дома. Сегодня одна такая ферма стоит 30 000 руб. В жидкости он разгоняется до 2 кВт. В итоге получается, что для отопления такого дома понадобится 5 майнинг-ферм. Итого получается 150 000 руб.

Ванна иммерсионного охлаждения, в которой будут находиться асики, стоит примерно 15 000 руб. Теплообменник стоит 30 000 руб. Иммерсионная жидкость в систему: 200 руб./л. Нужно до 50 л. Обвязка и автоматика – еще 20 000 руб. Итого: 225 000 руб. (рис. 2).



Рис. 2. Ванна для майнинг-фермы с иммерсионной жидкостью

Считаем затраты в месяц на электроэнергию, исходя из тарифов в Московской области:

$$2 \text{ кВт} \cdot 5 \text{ шт.} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 30 \text{ дн.} \cdot 5 \text{ руб./кВт} \cdot \text{ч} = 36 \text{ 000 руб.}$$

На сегодняшний день доход от пяти таких майнинг-ферм составляет 42 700 руб. Прибыль составляет 6 700 руб.

Выходит, такая установка может окупить себя полностью меньше, чем за 4 года. Биткойн, который добывает эта майнинг-ферма, нестабилен как и фиатные (привычные нам) валюты. Но именно эта валюта с большими темпами занимает немало значительное место в мировой экономике. Биткойн - это децентрализованная цифровая валюта следующего поколения, которая создается и работает только в сети интернет. Её никто не контролирует, эмиссия валюты возникает из-за работы миллионов компьютеров по всему миру, которые используют программы для расчета математических алгоритмов. Опытные финансисты и инвесторы предпочитают хранить часть своих сбережений именно в биткойне из-за недоверия к мировой финансовой системе.

Как будет отапливать майнинг-ферма зимой мы только что разобрали, но что делать, когда за окном не так холодно или вообще лето? Есть множество способов как решить эту

проблему. Один из таких способов это тепловентилятор, установленный на улице. Рассеиваемая мощность – до 40 кВт. Это примерно еще 30 000 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С каждым месяцем такой способ отопления приобретает популярность. Я считаю, что это отличный вариант для людей, которые занимаются инвестициями на криптобирже, либо просто для тех, у кого нет технической возможности подключить к дому газ [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Тарасюк М.В., Бабин Д.О.* Криптовалюта как альтернатива современным деньгам // Экономический вестник университета. – 2017. – № 35-1. – С. 281–285.
2. *Borzenko O.O., Hhlazova A.B.* Cryptocurrency as a secondary form of manifestation of finance virtualization // Bulletin of Karaganda university. Economy series. – 2021. – Vol. 102. – № 2. – С. 56–66.
3. *Кадыров А.Л., Шарипова М.М., Кадыров Х., Хамидов Ф.* Криптовалюта биткоин: деньги или финансовые инвестиции? // Ученые записки Худжандского государственного университета им. академика б. Гафурова. Серия: естественные и экономические науки. – 2020. – Т. 54. – № 3. – С. 76–79.
4. *Панфилов С.А., Кабанов О.В., Мартынов А.В., Лебедева А.В.* Майнинг криптовалюты // Студент. Аспирант. Исследователь. – 2018. – № 12 (42). – С. 667–676.
5. *Виногоров Г.Г.* Анализ рентабельности работы майнинг-фермы // Экономический анализ: теория и практика. – 2019. – Т. 18.– № 7 (490). – С. 1322–1331.

«УМНЫЙ ДОМ» В МНОГОКВАРТИРНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ

*Пелёнкина О.О., студентка 1 курса 3 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Сегодня интенсивно прогрессируют современные технологии, они все больше попадают в повседневную жизнь, именно благодаря им семейная работа прекращает являться рутинной, а быт приобретает благоустроенность и комфорт. До недавнего времени система контроля доступа в жилье казалась «странностью» обществу. Но сейчас подобные автоматизированные домашние комплексы становятся аргументированной необходимостью. Они взаимодействуют с сотовой связью, компьютерным оборудованием и системами жизнеобеспечения. Цель данной работы заключается в изучении эффективности «умного дома» в многоквартирных жилых зданиях. Задачи, поставленные для достижения цели, – изучить историю технологии, рассмотреть принцип работы умного дома, выявить плюсы и минусы эффективности новых систем в жизни человека.

ВВЕДЕНИЕ

В наши дни мы часто слышим о важных критериях, которые напрямую влияют на создание систем автоматизации зданий и сооружений, объединенных в эффективный комплекс, называемый умным домом. Учитывая не малое количество употребляемых определений и понятий, остановимся на одном из терминов. Интеллектуальное здание - это прежде всего дом, оснащенный непосредственно свободным программируемым механизмом для установления взаимосвязи между объектами. Прежде всего, устранил беспокойство насчет того, все ли в порядке в доме во время вашего отсутствия [1].

Для того чтобы наглядно определить, что такое «умный дом», крайне важно учитывать его назначение. Главной функцией, которая призвана реализовать эта система, заключается в обеспечении защиты и комфорта жителей квартиры или собственного коттеджа [2]. Это разрешает управлять единой системой, которая включает в себя управление автоматического регулирования температуры отопления, энергосбережения, контроль бытовой техники, датчики движения, сигнализацию и т.д. Сегодня концепция «умного дома» никого не удивит, хотя далеко не все люди используют интеллектуальные решения, чтобы управлять домашними устройствами. История их возникновения и развития проходит через несколько важных этапов, благодаря которым сегодня существуют современные автоматизированные «умные» системы, обеспечивающие комфорт и безопасность.

Задумка пришла в голову ещё 100 лет назад, на начале информационных открытий в первых книгах о роботах, способных автоматически регулировать степени функциональности продвижении бытовых приборов, это удобство казалось чем-то невероятным [3].

Шли годы, процессы и деятельность развивались, в 1960-е братьями Спира было изобретено устройство для установления регулирования освещения. Такое открытие активно стало товаром, обеспечивающим первый шаг на пути дальнейших инновационных разработок. Электрификация (внедрение в отрасли хозяйства и в быт электрической энергии) и распространение процессов, обеспечивающих существование бытовых приборов – утюгов, стиральных машин, пылесосов, – способствовали активному развитию системы smart технологий. Кто придумал информационный умный дом? В 1970-е годы сотрудники одного из институтов в Вашингтоне представили интеллектуальные системы, они проводили первые разработки технологии smart house. Их особенностью было передача широких сигналов через один кабель.

История умного дома в России начинается в 1980-х годах, когда ученые одного из исследовательских институтов впервые разработали представленную концепцию, схожую с идеей американской разработки. Проект разработчиков основывался на идее объединения элементов в одну единую цепь продвижения всех гаджетов – системе видеоманитофонов,

телевизоров, компьютеров. На этой основе разработали проект процесса улучшения жилья. Однако советские ученые не смогли реализовать свою идею и только с появлением смарт гаджетов Россия вместе со странами Восточной Европой занялись воплощением идей интеллектуальных технологий.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В настоящее время установление технологий умного дома является одной из самых востребованных услуг в многоквартирной отрасли [3].

Но почему? Функции инноваций такие, что можно управлять домом через смартфон, арендаторы могут видеть системы контроля и элементы экономии энергии. Именно этот процесс, который предоставляет местоположение недвижимости для распределения улучшений, связанных с функциями принятия решений, представляет собой сокращение системы затрат.

В отличие от роскошных многоквартирных домов начала 1900-х годов, «умные дома» теперь доступны для гораздо большего числа людей. Сегодня технология затрагивает практически все аспекты повседневной жизни – от видеоконференций до работы и заказа еды на вынос в приложениях для смартфонов. Таким образом, доступность квартиры с технологической поддержкой доступна большинству людей в наши дни. Несомненно, принципы работы «умного дома» в квартирах и отдельных домах останутся неизменными, но функционал систем будет другим. Дело в том, что потребности жителей отдельного дома и квартиры, а также расходы на содержание коммунальных услуг различаются, поэтому функции «умного дома» и экономический эффект от его использования будут разными. Традиционно в квартире наиболее распространёнными системами, включаемыми в составе «умного дома», являются: электроснабжение, освещение, отопление, система защиты от протечек, кондиционирование, безопасность (которая может включать в себя охранную, пожарную и газовую системы), видеонаблюдение, система мультимедиа, система контроля доступа.

В домах к этому списку можно добавить полив на месте, контроль доступа (шлагбаум, ворота), размораживание тротуаров и т. д. В этих двух случаях важно по-разному оценивать затраты на установку и эксплуатацию системы «умный дом».

Так, если в многоквартирных домах экономия на отоплении при устройстве «умного дома» не может быть достигнута при наличии индивидуального счетчика, то в загородном коттедже экономический эффект будет в несколько раз выше. Рационализация использования тепловой и электрической энергии более оправдана при высоких эксплуатационных затратах.

Следует отметить, что готовые проекты зарубежного проектировщика могут выглядеть очень красиво, но не соответствовать Российским требованиям к помещениям, где размещается газовое оборудование, а также конструктивным особенностям и выбору материала под наши климатические зоны. При этом такие проекты часто имеют отдельные тома по инженерным системам, стоимость которых считается отдельно. В любом случае, рекомендуют проводить экспертизу готовых (особенно зарубежных) проектов [4].

Как все это работает? Именно работа интеллектуального дома основывается на принципе выполнения команд, и главное управляющее устройство способно осуществлять их как от человека, так и от датчиков. В первом случае требуется сказать системе, что нужно сделать. Например, сварить кофе, включить или отключить нагреватель, а главный процессор отправляет его на нужное устройство уже после обрабатывания команды. Во втором случае все зависит от ваших желаний взаимосвязи с контроллером, она исполняется с поддержкой голосовых установок и управлением телефоном.

В конкретный период компьютер информирует о командах в соответствии некоторыми методами. Следовательно, берет на себя постановления согласно указаниям самого датчика в связи с условиями. К примеру, в концепциях теплорегуляции измерители температуры также влаги информируют сведения в систему также, в свою очередь, устанавливают

характеристики, требуемые с целью отопления, кондиционирования воздуха и увлажнения. Таким образом, вся система интеллектуального здания заключается в трех ключевых элементах: датчики, которые воспринимают информацию из внешнего мира, центральный контроллер, который обрабатывает информацию и принимает решения, и устройства, которые выполняют прикладные задачи и облегчают нашу повседневную жизнь.

К преимуществам технологий умного дома относятся:

– удобство: умные дома, несомненно, более практичны, чем обычные дома, все системы могут быть автоматизированы и интегрированы в соответствии с вашими конкретными потребностями, будь то включение термостата перед тем, как вы вернетесь домой вечером, или синхронизация мультимедийных устройств в разных комнатах;

– энергосбережение: умные дома обеспечивают экономию энергии двумя способами, во-первых, можно запрограммировать климат и освещение в соответствии с температурой, которая используется, кроме того, согласно Smart Grid интеллектуальные устройства могут избегать использования энергии в пиковые периоды, реагируя на сигналы коммунальных компаний;

– безопасность: умные дома оснащены передовыми системами домашней безопасности с различными камерами, датчиками движения и другими расширенными функциями, за которыми может удаленно следить владелец, компания по обеспечению домашней безопасности;

– доступность: как отмечает SFGate, умные дома могут предложить отличное решение для людей с ограниченными возможностями или пожилых людей, поскольку они могут быть оснащены функциями доступности, такими как системы голосового управления, которые могут блокировать внешние двери, управлять освещением и даже управлять компьютером [5].

К недостаткам технологий умного дома относятся:

– первоначальные инвестиции: по сравнению с обычными бытовыми технологиями, интеллектуальные бытовые технологии требуют более высоких инвестиций.

– совместимость: существует несколько производителей технологий для умного дома, и не все их продукты совместимы, в зависимости от ваших технических знаний вам может потребоваться нанять профессионала, чтобы создать систему, в которой все устройства работают вместе;

– уязвимость к отключению интернета: если ваше интернет-соединение выходит из строя, то большинство интеллектуальных систем и устройств имеют форму резервного копирования, которая позволяет им продолжать работать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении можно сказать, что учитывая все обстоятельства, технологии умного дома имеют существенные преимущества, но в то же время имеют несколько минусы. По мере развития технологий и всего мира, вполне вероятно, что производители смогут смягчить недостатки, сделав технологию умного дома проще и безопаснее. И при нынешних скоростях технического прогресса этот период может наступить раньше, чем позже. Проект «Умный дом» окупится, несмотря на высокую стоимость.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петин В. А.* Создание умного дома на базе Arduino. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 180 с.
2. *Элсенпитер Р.К., Велт Т.Дж.* Умный дом строим сами. – М.: Кудиц-образ, 2005. – 384 с.
3. *Харке В.* Умный дом. Объединение в сеть бытовой техники и систем коммуникации в жилищном строительстве. – М.: Техносфера, 2006. – 292с.
4. *Волков А.В.* Как построить дом мечты (пошаговая инструкция управления проектом). – М.: ЛитРес: Самиздат, 2021.
5. *Тесла Е.В.* «Умный дом» своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире (+CD). – СПб.: Питер, 2008. – 219 с.

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ОСТАНКИНСКОЙ БАШНИ

*Тихомирова Е.В., студентка 1 курса 1 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Сегодня телевидение играет огромную роль в жизни современных людей. Большой охват населения с помощью телевизионных программ, позволяет людям быстро узнавать, что происходит в мире, в режиме онлайн. В наше время мы не используем радио, его заменил телевизор, мы используем его в различных целях: для досуга, для самообразования. Телевидение оказывает огромное влияние на наше общество: оно изменило нашу жизнь, является одним из главных направлений нашей культуры. В отличие от средств массовой информации, которые влияли на культуру на протяжении сотен лет, телевидение оказывает почти мгновенное влияние. Телевизионные башни Москвы имеют особое значение, именно в них находятся «центры распределения» сигналов со всей страны. Отсюда программы «раздаются» на аналоговые и цифровые передатчики, а затем от антенны к антенне расходятся по всей стране. Телевидение также очень важно в метеорологии. Телевизионные башни оснащены инструментами для ввода данных о холоде, температуре и ветре. Примером может служить Останкинская башня, которая начала работать 4 ноября 1967 года. Башня известна своей долгой эксплуатацией и особенностями строительства. Цель этой работы – исследовать и изучить башню в Останкино

ВВЕДЕНИЕ

Чтобы увеличить количество телевизионных программ в Москве, улучшить качество телевизионного сигнала и значительно увеличить радиус зоны приема вещательного сигнала, было принято решение спроектировать и построить телевизионный технический (ТТС) в районе станции Останкино, радиопередатчик, расположенный в башне высотой около 500 м. В то же время его задача – объединить всё государственное телевидение в единую систему путем обмена совместной программой, обеспечить их связь через систему международного Интервидения и Евровидения с центром телевидения других стран.

В ходе разработки и рассмотрения проекта появлялись дополнительные требования и пожелания, которые учитывались на следующих этапах проектирования [1].

Предлагалось, например, найти в Башне метеорологические станции, оснащенные различными устройствами для дистанционного автоматического управления, лабораторию для регистрации и изучения грозových молний в атмосфере, а также другое оборудование. Телебашня постепенно превращалась в объект многофункционального комплекса. Общая высота Останкинской телебашни, если считать флагшток с Государственным флагом, составляет 536,15 м. при проектировании и строительстве башни широко использовались новейшие достижения науки и техники того времени.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

С начала разработки проекта башни предлагалось соорудить из монолитного железобетона с обжатием стенок ствола предварительно напряженным тросом арматуры. Предусмотрена возможность широкого доступа к объектам для посетителей. Для этой цели был спроектирован трехэтажный ресторан и смотровая площадка, расположенные на высоте 147 м и 269 м. Чтобы поднять людей на верхний этаж и смотровую площадку, грузовой и пассажирский скоростной подъемник смонтирован внутри ствола башни.

Согласно проекту, силовой кабель, фидерное телевидение, инженерные коммуникации и канализация, размещенные в шахте из железобетона, пустотелые в специальной шахте, надежно очищены от воздействия погодных условий и атмосферных воздействий. Это решение обеспечивает бесперебойную работу коммуникаций на всей высоте башни и в любое время года [2].

Прототипы башни радиотелевидения из железобетона – ранее построенные конструкции из металла, такие как Эйфелева башня в Париже, радиобашня Шухова в Москве и др. (рис. 1). Эйфелева башня высотой 300 м была построена в 1889 году в районе Всемирной выставки в Париже как символ технического прогресса. При строительстве Останкинской башни за относительно короткое время было разработано 5 тысяч листов чертежей, по которым изготовлено около 15 тысяч различных деталей. Отдельные элементы стальной конструкции были собраны и увеличены на земле, а затем были назначены на позицию проекта. Общий вес башни составляет 9 тысяч тонн в соединительной стали.

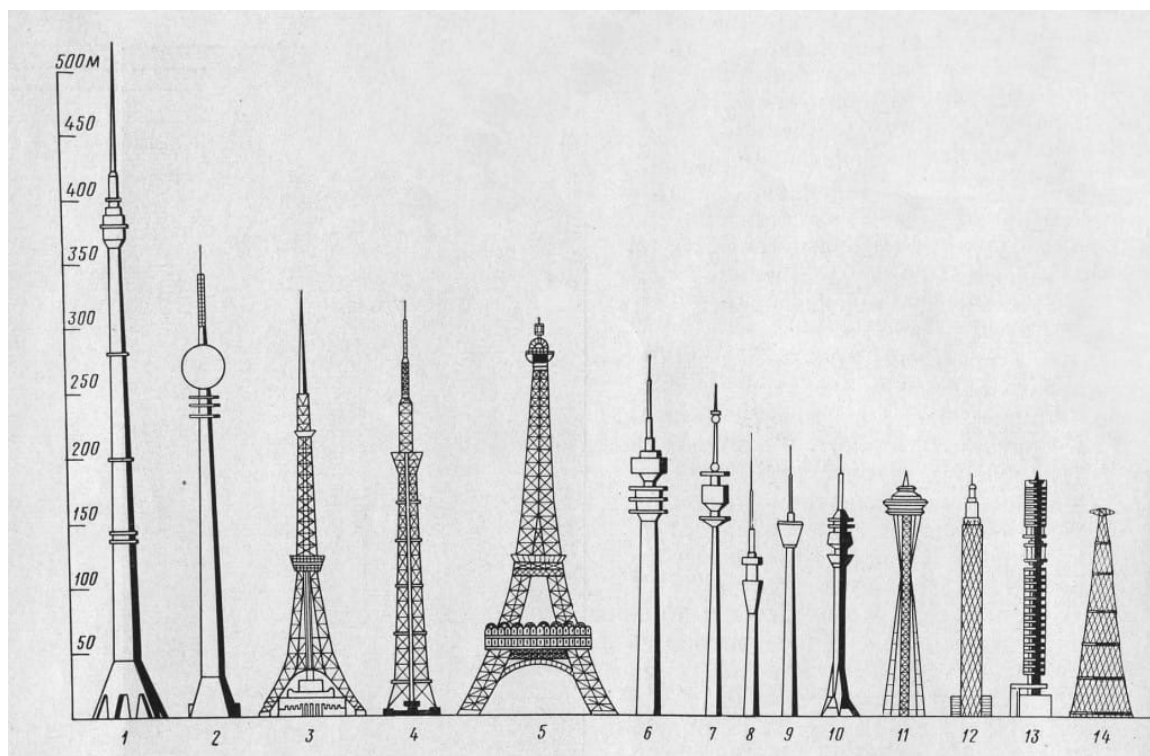


Рис. 1. Сравнительная схема радиотелевизионных башен

1 – Останкинская в Москве; 2 – в Берлине (ГДР); 3 – в Токио; 4 – в Ленинграде; 5 – в Париже; 6 – в Мюнхене (ФРГ); 7 – в Вене; 8 – в Дрездене (ГДР); 9 – в Штутгарте (ФРГ); 10 – в Белграде (ФНРЮ); 11 – в Сиэттле (США); 12 – в Каире (ОАР); 13 – в Лондоне; 14 – Шуховская в Москве.

Есть некоторые резервы в свободном пространстве для хранения, что позволяет при необходимости оборудовать дополнительный этаж. Площадь, которую можно использовать на всех этажах башни, составляет 15000 м².

Часть передатчика станции с аппаратными средствами расположена на большой высоте рядом с антенной передатчика. Это позволяет значительно снизить нагрузку на фидерную систему, соединяющую радиооборудование с антенной передатчика, избегая потерь энергии во время передачи и, как следствие, значительно улучшает качество телевизионного сигнала.

Архитектурное, планировочное и конструктивное решение, интересное при строительстве антенной башни. В связи с тем, что конструкция инженерного сооружения в чистом виде, выполненная из металла, очень похожа на столбы для линий электропередач и ухудшает силуэт города на высоте, разработан проект башни из железобетона с техническим помещением, рестораном и смотровой площадкой наверху приложения. Стержневая железобетонная башня Штутгарта представляет собой полую колонну, сужающуюся к вершине высотой 161 м. Нижняя часть ствола до отметки +135,8 м имеет конусообразную форму с уклоном стенки до 0,04, а верхняя до отметки +161 м - цилиндрическую форму диаметром 5,04 м. Бетонные стенки железобетона выполнены из монолитного бетона марки 400 и армированы стержнями периодического профиля. Стержневая конструкция башни не имеет

сжатия стен, которое было ранее подавлено, и при максимальной нагрузке ветра в поперечном сечении стержня возникает растягивающее напряжение в бетоне порядка 25 кгс/см². Такое давление в горизонтальной части ствола, хотя и допускается немецкими стандартами DIN, может привести к образованию трещин в бетоне [3].

В соответствии с требованиями технологии, радиостанции и телевизионные передатчики расположены в отдельной башне, расположенной в непосредственной близости от здания комплекса аппаратных средств и студии Телецентра «Останкино». Общая площадь застройки составляет 20 гектаров. Территория, отведенная под строительство комплекса в районе Останкино. Получилось очень удачно, потому что дым от разработки ни к чему, ряд окружен зеленым садом. Жилые здания находятся более чем в 500 м от Башни. Останкинский пруд играет важную роль в композиции комплексной застройки (рис. 2).

Телевизор и башня, расположенные рядом со знаменитым памятником архитектуры – бывшим дворцом аэропорта Шереметьево, были построены в конце 18 века [4].

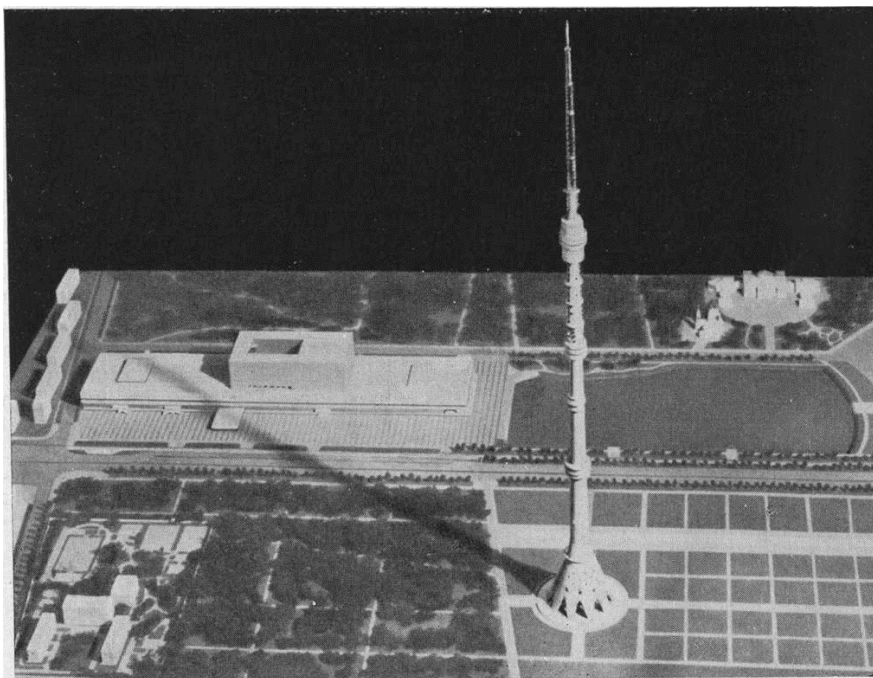


Рис. 2. Общий вид Останкинского телевизионного центра с башней высотой 533 м

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря успешно найденному решению, башня из железобетона для многоцелевого использования успешно конкурирует с опорой антенны из металла. Структура архитектуры и планировки башни из железобетона очень разнообразна. Внешний вид и силуэт архитектуры Башни очень зависит от дизайнерского решения основных несущих элементов, обеспечивающих прочность и устойчивость, которые требуются от высотных сооружений. Телебашня в Москве на ВДНХ представляет собой уникальное многофункциональное сооружение, значительно превосходящее башни иностранцев по высоте, разнообразию архитектурно-планировочному и дизайнерскому решению, элементам индивидуального дизайна, техническому оснащению станции передатчика радиотелевидения, а также конструкции сооружения. Проектирование, строительство, изготовление оборудования и конструкций, монтаж на строительной площадке — это работа большой команды. В этом мероприятии приняли участие 33 проектные организации, 40 строительно-монтажных организаций, а также десятки заводов с бюро их проектирования. В Останкино сигнал приходит из эфирных студий по кабелю. Затем он может отправиться по кабелю в Центр Космической Связи «Медвежьи Озера», где его передадут на спутник, может конвертироваться в цифровую форму и отправить дальше по кабелям, а может передаваться в

традиционной аналоговой форме. Сейчас для повышения качества аналоговый сигнал дублируется в цифровом виде [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Никитин Н.В.* Останкинская телевизионная башня, 1971.
2. *Долгов Ю.И.* Строительство башни Московского телевизионного центра // Специальные работы в промышленном строительстве. – 1965. – Вып. 2 (24).
3. *Тринкер Б.Д.* Бетон башни Московского телевизионного центра // Специальные работы в промышленном строительстве. – 1968. – Вып. 1–2 (37–38).
4. *Дмитриев Л.П.* Геодезические работы на строительстве телевизионной башни в Москве // Специальные работы в промышленном строительстве. – 1968. – Вып. 5–6.
5. Yota. История вышек связи: «главная телебашня страны» // <https://www.pvsm.ru/it-infrastruktura/190923>.

БУРДЖ ХАЛИФА КАК ВЫДАЮЩЕЕСЯ ТВОРЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

*Черкасова Л.А., студентка 1 курса 5 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

На сегодняшний день активно развивается высотное строительство. Наиболее известным и технологичным небоскребом считается Бурдж Халифа. Это целый город под одной крышей, имеющий очень необычную форму, которую выбирали не только из соображений эстетики, она имеет очень важное значение с точки зрения физики. Крайне большое количество человеческих и экономических ресурсов было задействовано. И это не прошло даром: сегодня это выдающееся творение человека, в котором были решены проблемы рационального использования пространства и энергоэффективности. Это образец высотного строительства и символ ОАЭ.

ВВЕДЕНИЕ

Бурдж Халифа является главным небоскребом на планете. Его считают 8 чудом света, выдающимся творением человека. При его строительстве было решено много различных инженерных задач. Ведь помимо рекордной высоты строительство усложнял крайне жаркий климат и малопригодный для высотных построек грунт, поэтому были использованы оригинальные методы возведения, например висячие сваи, бетон с добавлением льда, необычная форма, подвижные термopanели. Так же Бурдж Халифа был возведен в соответствии с критериями зеленого строительства LEED. Создатели позаботились не только о безопасности окружающего мира, но и о безопасности людей внутри, поддерживаемой при помощи программируемых лифтов и специальных помещений. В своей работе я освещу наиболее часто встречающиеся проблемы в высотном строительстве и расскажу о способах их решения на примере Бурдж Халифа.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Строительство самого высокого в мире здание Бурдж-Халифа длилось 6 лет. Поскольку это был первый опыт возведения такого гигантского сооружения, в ходе строительства использовались многочисленные инновационные методы и решения.

Конечно одним из первых возникает вопрос «Почему у здания такая необычная форма?». Действительно, основная структура Бурдж-Халифы представляет собой центральное шестиугольное ядро с тремя лопастями (крыльями). Когда башня поднимается, одно крыло на каждом ярусе отступает вверх по спирали, уменьшая поперечное сечение башни по мере того, как она тянется к небу на двадцати шести спиральных уровнях. Это сделано по ряду причин. Первая, и самая основная – такая форма помогает уменьшить турбулентность. Как говорит Уилл Бейкер, конструкция башни такова, что она сбивает с толку силу ветра. Сила ветра увеличивается с увеличением высоты башни, и если высота здания похожа на высоту Бурдж-Халифы, то допустимое отклонение составляет 3 м или около того, что может вызвать неудобства у людей внутри здания. А используемый метод постройки резко снижает силу ветра и помогает башне оставаться в вертикальном положении. Вторая причина весьма банальна – увеличение количества окон, из которых видно персидский залив. Третья – архитекторы хотели, чтобы форма напоминала цветок гименокаллиса, который растет в окрестностях Дубая (рис. 1, 2).

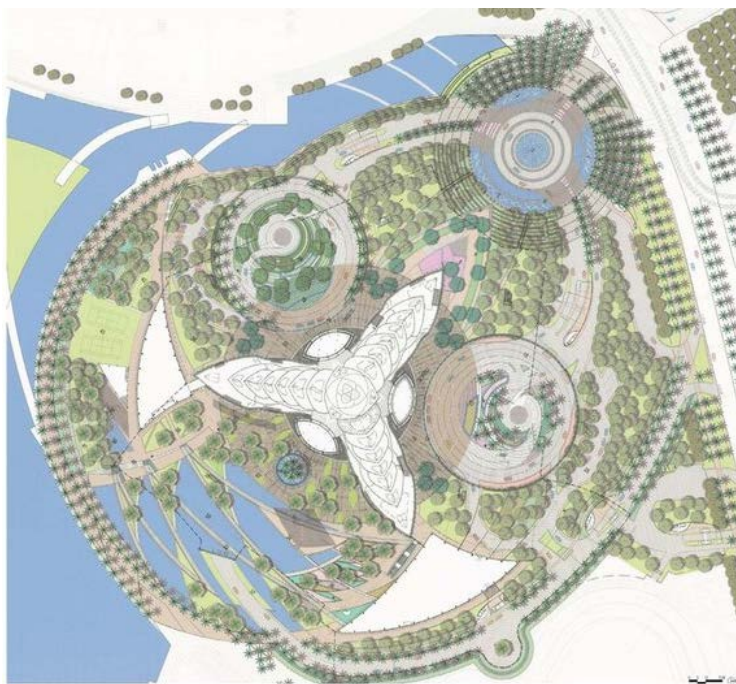


Рис. 1. Бурдж Халифа, вид сверху

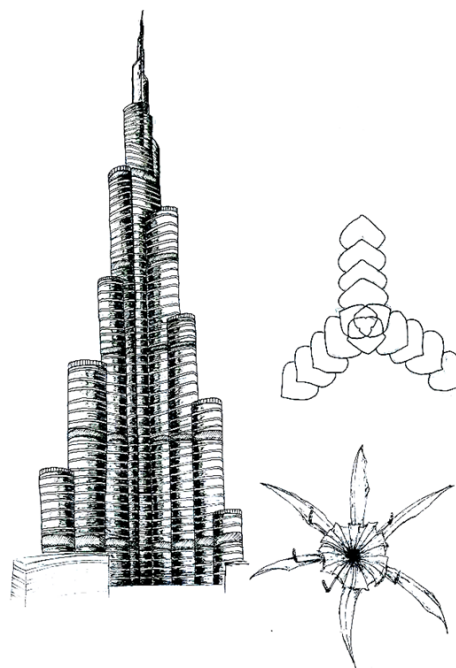


Рис. 2. Бурдж Халифа и гименокаллис

Весь проект основан на очень тщательно проводимых в течении шести месяцев инженерных изысканиях

В соответствии с ними был разработан экономичный проект фундамента для Бурдж Халифа на территории с довольно слабыми грунтами в основании, высокими ветровыми нагрузками на надфундаментную часть и допустимыми землетрясениями.

Бурдж-Халифа сможет выдержать землетрясения магнитудой до 6 по шкале Рихтера благодаря своей огромной железобетонной конструкции [1].

На строительной площадке Бурдж-Халифа камень неглубокий, но хрупкий, с большим количеством трещин не может выдержать большую нагрузку. В процессе строительства сверхвысокого здания на песках пустыни применялись особые подходы. Пришлось бурить скважины на 50 м вниз, что является почти пределом возможной глубины бурения. Но основные трудности начались после. Хрупкость скалы под Бурдж-Халифа и насыщенность грунта грунтовыми водами, приводит к разрушению глубоких скважин. Для предотвращения разрушения, скважины заполнялись вязкой полимерной смолой с плотностью более высокой, чем у воды. Она вытесняла куски грунта и воду, делая центр скважины пустым. После этого залили бетон, который, из-за того что плотнее полимера, вытеснил его, и отвердев сформировал бетонные сваи (рис. 3). 200 подвесных свай диаметром 1.5 м – они не позволяют строению весом 500 000 тонн уйти под землю и не дают раскачиваться от ветра. Во время строительства здание осело всего на 30 мм, что незначительно для конструкций такого размера [2].

Для постройки надземной части здания использовали стальную арматуру и бетон, который замешивали ночью и добавляли лед, чтобы он не лопался от высоких дневных температуры. Потребовалось около 330000 кубометров бетона (рис. 4). На стальные элементы здания израсходовали 60 тыс. тонн арматуры [3].

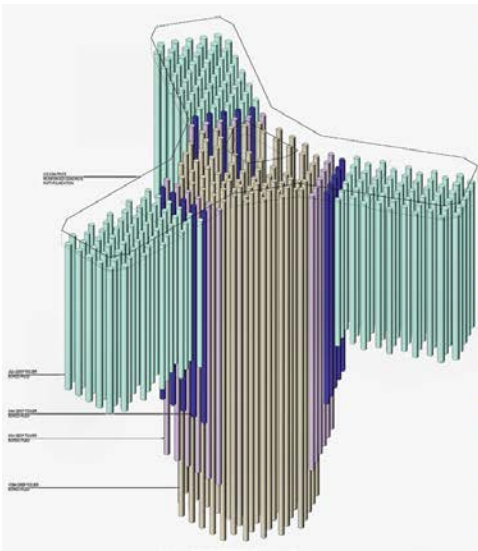


Рис.3. Сваи



Рис.4. Фундамент на начальном этапе строительства

Как все знают «Время – деньги». Чем дольше будет идти строительство, тем дороже оно в итоге обойдется. Чтобы снизить временные затраты инженеры решили, что различные конструкции из арматуры будут собираться внизу и подниматься наверх уже в готовом состоянии. Ведь это сделать намного легче. Для поднятия бетона в здании устанавливали трубопроводы для закачки смеси на высоту целых 601 м. Поднятие на такую высоту занимало около часа. Чтобы закачать 25 тонн бетона нужен насос мощностью 630 лошадиных сил. Возникла еще одна проблема. От высоких температур бетон трескается. Тогда создали специальный вид бетона с повышенной прочностью и способностью выдерживать жаркий климат Дубая. Бетонную смесь укладывали весьма необычным способом – ночью, а в сам раствор добавляли лед [4]. Процесс строительства бы отлажен так, что в среднем за 3 дня возводили 1 этаж. 24 часа в сутки на объекте трудились 12 000 рабочих.

Лифт является необходимым условием функционирования любого высотного здания, Бурдж Халифа не исключение. Высота небоскреба и количество людей, на которое рассчитано здание, требовали от инженеров почти невозможного. Десятки тысяч людей, находящихся внутри и перемещающихся по зданию, создают колоссальную нагрузку на лифты. Чтобы не возникло проблем с перемещением, в символе Дубая были установлены 57 лифтов, из которых только 1 (служебный) поднимался с первого на последний этаж. Людям, живущим на последних этажах, приходится подниматься с пересадками. В самом вместительном лифте могут одновременно находиться 60 человек. Не забыли и о безопасности. В случае превышения лифтом установленного предела скорости, срабатывает система аварийного торможения. Остановка лифта происходит за 1-2 секунды. Бурдж-Халифа стал первым небоскрёбом, в части лифтов которого запрограммирована автоматизированная эвакуация при возникновении ЧС. Это уменьшает время эвакуации на 45%.

Каркас Бурдж-Халифы выполнен, как выше было сказано, из железобетона. Интересный факт: если всю арматуру, использованную при строительстве выложить в 1 линию, то ее длина будет равно $\frac{1}{4}$ длины экватора. Каркас здания облицован панелями из стекла и металла. Стены крепятся к нему секциями высотой до двух этажей.

Соединения между панелями подвижные, за счет этого любое перемещение мебели в направлении от центра к краю заставляет стену наклониться, а подвижный шарнир компенсирует перемещение. Кроме того, подвижные соединения позволяют каждой секции расширяться и сжиматься под воздействием меняющихся температур, когда солнце обходит небоскрёб со всех сторон. Эти панели устойчивы к ветру и пыли, а также к влаге.

Для Бурдж-Халифа изготавливались уникальные двуслойные термопанели. Внешний слой отражает ультрафиолетовое излучение, а внутренний слой на основе серебра препятствует прохождению инфракрасного излучения. Снаружи стекло как зеркало, скрывает от людей на улице все, что находится внутри. Свет частично пропускается термопанелями, но при этом ультрафиолетовое и инфракрасное излучение отражается, что приводит к снижению нагрузки (по некоторым оценкам, на 50%) на процесс охлаждения помещений. Всего на Бурдж-Халифе установлено более 30 тысяч этих панелей.

При проектировании был выбран стандарт ASHRAE 90.1 и критерии зелёного строительства LEED. В проект внедрили некоторые «зеленые» решения [5], например:

- высокотехнологичная система остекления;
- системы охлаждения воздуха;
- использование в системах охлаждения морской воды;
- первая в мире система сбора конденсата из систем охлаждения воздуха.

Семь двухэтажных технических зон равномерно распределены по всей высоте здания. Для проектирования систем насосных и теплообменных станций и баков сброса давления, а так же выбора мест их размещения, требовались уникальные инженерные разработки. Благодаря им инженеры смогли свести к минимуму температурные перепады, обеспечить максимальную безопасность, энергоэффективность и наиболее рациональное использование пространства.

Огромное внимание было уделено безопасности. В Бурдж Халифа имеются 9 комнат-убежищ. Их стены способны удерживать натиск огня 2 часа, кроме того комнаты оснащены специальной системой вентиляции и герметичными дверями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе я рассмотрела способы решения проблем высотного строительства на примере всемирно известного здания Бурдж Халифа. Как и было сказано, это высокотехнологичный небоскреб, который был построен вопреки всем сложностям, возникавшим на всех этапах его возведения. Это поистине здание будущего, в котором соединены эффективное использование пространства, дизайн, энергоэффективность и безопасность.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ефремов М.Н.* «Бурдж-Халифа». На рекордной высоте высоких технологий // Здания высоких технологий. – 2014. – № 4. – С. 22–33.
2. *Варибрус Д.С., Абакумов Р.Г.* Особенности проектирования и строительства уникальных фундаментов высотного здания «Бурдж Халифа» // Инновационная наука. – 2016. – № 11 (3). – С. 136–138.
3. *Выставкина Е.В.* Строительство Бурдж-Халифа // Colloquium-journal. – 2019. – № 12-3 (36). – С. 5–6.
4. *Головина Д.Д., Кашина Ж.В.* Особенности проектирования небоскреба Бурдж-Халифа (Дубай) // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. – 2020. – Т. 1. – № 1. – С. 481–484.
5. Зеленые решения для «Бурдж-халифа» // Сантехника. – 2014. – № 6. – С. 8–11.

ПЛАНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНОГО УЗЛА «ВЫХИНО»

Запотоchnый Н.Т., обучающийся 8 Г класса ГБОУ Школа №1367

Научные руководители – Титов Ю.В., учитель физики, Лисина В.В., учитель физики

Научный консультант – Данилина Н.В., зав. кафедрой Градостроительство, д.т.н.

Аннотация

Актуальность проекта заключается в необходимости перестройки и реконструкции действующего ТПУ «Выхино», действующей станции метро «Выхино» на Таганско-Краснопресненской линии, а также железнодорожной станции «Выхино» для интеграции в безбарьерную среду и строящейся линии МЦД-3.

Цель проекта заключается в создании иной компоновки ТПУ «Выхино» для разгрузки станции метро, ж.-д. станции, создания удобной среды и перераспределения пассажирских потоков, а также спроектировать ТПУ с учётом нынешних градостроительных норм.

Задачи проекта заключаются в получении информации о нынешней ситуации в ТПУ, изучении нормативной документации, проектировании зоны развития ТПУ в пределах 360 метров.

План проекта заключается в изучении нынешней ситуации на территории ТПУ, исключении опасности, создаваемой для пешеходов на подъездах к пассажирской зоне ТПУ, изучение пассажирских и автомобильных потоков в зоне развития, а также анализ существующих решений строительства ТПУ и разработка рекомендаций для строительства перспективных ТПУ.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Существующее решение показывает, что особенно напряжённая ситуация на станции происходит в «часы пик» с 6 до 9 утра и с 5 до 8 часов вечера.

Проект зоны развития ТПУ «Выхино» предусматривает строительство нового наземного пересадочного двухъярусного конкурса, двух пешеходных мостов, капитальную реконструкцию улиц Хлобыстова и Красный Казанец в зоне развития ТПУ, ликвидацию частного гаражного сектора и переоборудованию в пешеходный бульвар, реконструкцию дворовых территорий жилого сектора (см. рис.1) [1].

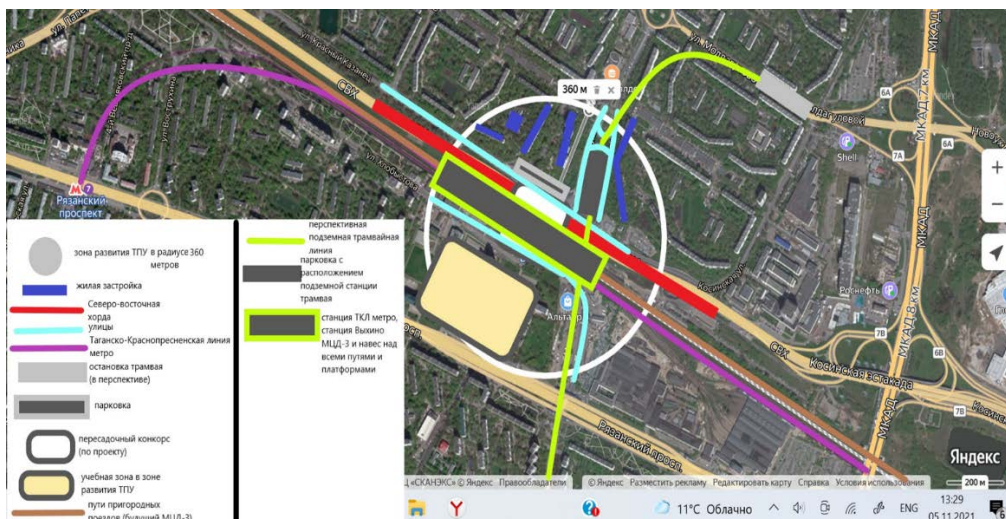


Рис.1. Зона развития ТПУ «Выхино» в радиусе 360 метров

Согласно планировке пересадочного конкурсанта, в первом ярусе должна быть создана пересадочная зона с турникетами, кассами, выходам к платформам, выходу на улицу Красный

Казанец (через пристройку) и улицу Хлобыстова (с одной стороны через подземный переход, с другой через пешеходный мост). Предусматривается установка более 15-25 АКПП (турникетных установок), 15 автоматов продажи билетов, 5 касс. В проекте предусматривается изменение платформ:

1. Планируется изменить береговой тип платформы на островной тип (из исследований 1930-х годов перед началом строительства метро, были проведены исследования, которые показали, что островной тип платформы вмещает большее количество людей).

2. Реконструкция платформ пригородных поездов (в будущем будет входить в состав МЦД-3).

Второй ярус предусматривает создание рекреационной зоны и зоны торгово-развлекательного комплекса (хороший пример сочетания транспортной и торгово-развлекательной зоны представляет еще не открывшийся ТРЦ «Эль-Портал», который входит в состав ТПУ «Нижегородский» с использованием концепции «under one roof» (под одной крышей) [2, 3].

Проект также предусматривает строительство пешеходного моста над Северо-Восточной хордой (СВХ).

Возможна организация фонтана, торговых рядов и ресторанный дворики (входит в состав ТПУ, но относится к ТРЦ). На каждом этаже предусмотрен туалет и эвакуационные лестницы, одна из них на выходе на улице Красный Казанец, еще одна на улицу Хлобыстова. Для связи двух ярусов предусмотрены 2 лестницы, 2 эскалатора и 1 лифт общего пользования. Для выходов предусмотрены 2 лестницы, 2 лифта и 2 эскалатора общего пользования. Для связи платформ предусмотрены 5 лифтов, 5 лестниц [4].

Для реконструкции двух вышеупомянутых улиц предусматривается следующее:

1. На улице Хлобыстова предусматривается сужение дороги на 1 полосу с каждой стороны и расширение тротуара на столько же.

2. На улице Красный Казанец предусматривается организация регулируемых пешеходных переходов и реконструкция переходной части улицы.

На проект пересадочного конкурса подходит реализованный в 2013 году вокзал г. Адлер (Краснодарский край), реализованный перед зимней Олимпиадой 2014 в Сочи. Причины, почему именно этот проект подходит лучше всего:

1. Он построен в России.

2. Он современен сейчас.

3. Среди разных проектов реконструкции на МЦД, этот будет самым интересным (появится новая точка притяжения не только для жителей района, но и для всего города).

4. Размер терминала позволяет разместить большое количество людей.

Строительство подземной линии трамвая (появление новой транспортной системы «Скоростной трамвай») позволит разгрузить пассажиропоток на действующей станции метро, перенося большую часть на соседние линии метро [5].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Оленьков В.Д.* Градостроительное планирование на нарушенных территориях// ЛЕНАНД. – 2022. – 190 с.

2. *Лебедева В.М.* Технология и организация строительства городских зданий и сооружений// Инфра-Инженерия. - 2021. - 186 с.

3. *Бадьин Г.М., Сычев С.А.* Перспективные технологии строительства и реконструкции зданий// Лань. - 2019. - 368 с.

4. *Владимиров В.В., Давидяц Г.Н., Расторгуев О.С.* Инженерная подготовка и благоустройство городских территорий// Архитектура-С.- 2016. - 384 с.

5. *Рой, О. М.* Основы градостроительства и территориального планирования: учебник и практикум для вузов // Юрайт. - 2020. - 249 с.

ФИЛЬТРАЦИЯ СУСПЕНЗИЙ С КУБИЧЕСКОЙ ФУНКЦИЕЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

*Рахматуллина Э.Р., студентка 1 курса 2 группы филиала НИУ МГСУ в г. Мытищи
Научный руководитель – Сафина Г.Л., зав. кафедрой ФО, к.т.н., доцент*

Аннотация

Сохранение и восстановление старинных архитектурных построек является неотъемлемой частью деятельности современного человечества. Под воздействием природных и техногенных факторов фундаменты исторических зданий разрушаются, это может привести к их полному исчезновению. Метод струйной цементации грунтов зарекомендовал себя как один из самых надежных и эффективных методов укрепления почв и оснований зданий. Укрепитель впрыскивается в пористый грунт, тем самым взвешенные твердые частицы образуют осадок. В работе рассматривается модель долговременной глубинной фильтрации суспензии с линейной и кубической функцией концентрации, которые соответствуют различным механизмам захвата твердых частиц. Поставленная задача не имеет точного решения при нелинейной функции фильтрации, поэтому решается численно с помощью метода конечных разностных схем.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время остро поднимается вопрос о сохранении и реставрации старинных зданий и сооружений [1]. На самом деле в стремительно развивающемся городе существует множество факторов, влияющих на состояние грунтов и их изнашивание. В частности, строительство зданий в условиях тесной городской застройки, увеличенные нагрузки на фундамент, преобразование технических и геологических положений, ошибки в проектировании здания или сооружения. Из этого следует, что требуется отыскать такой способ, в котором будут учтены как гарантия качество данного продукта, так и финансовые издержки.

Для усиления грунтов и фундаментов используют укрепитель, который закачивается пористую среду [2]. По мере того, как укрепляющая жидкость проходит через пористую среду, образуется осадок из твердых частиц. При этом фильтрация жидкости, т.е. изучение течения жидкости в пористой среде, играет немаловажную роль.

При прохождении частиц через поры существуют различные механизмы захвата частиц: размерный механизм, электрические силы (Лондон-Ван-дер-Ваальс, двойной электрический слой и др.), гравитационная сегрегация, образование арочных перемычек группой частиц и т.д. В данной работе рассматриваются два механизма захвата частиц: размерный механизм, когда крупные частицы захватываются маленькими порами, закупоривая их, и беспрепятственно проходят через большие поры и смешанный механизм, который включает в себя механико-геометрический механизм и образование арочных перемычек тремя частицами.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Классическая модель глубинной фильтрации в области $\Omega = \{0 \leq x \leq 1, t \geq 0\}$ имеет вид

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial t} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} = \Lambda(S)F(C), \quad (2)$$

с краевым условием

$$x = 0: C(0, t) = 1, \quad (3)$$

и начальными условиями

$$t = 0: C(x, 0) = 0; S(x, 0) = 0. \quad (4)$$

Здесь $C(x,t)$ – концентрация взвешенных частиц, $S(x,t)$ – концентрация осажденных частиц, $\Lambda(S)$ – функция фильтрации, $F(C)$ – функция концентрации.

Прямая $t = x$ задает фронт концентраций взвешенных и осажденных частиц. В области $\Omega^{(1)} = \{0 < x < 1, 0 < t < x\}$, расположенной ниже этой прямой, концентрации $C(x,t)$ и $S(x,t)$ нулевые. В области $\Omega^{(2)} = \{0 < x < 1, t > x\}$ концентрации $C(x,t)$ и $S(x,t)$ принимают положительные значения. Решение $C(x,t)$ имеет разрыв вдоль фронта, решение $S(x,t)$ всюду непрерывно и равно нулю на фронте концентраций.

В данной работе в качестве функции фильтрации будем рассматривать кубическую функцию общего вида

$$\Lambda(S) = \lambda_0 + \lambda_1 S + \lambda_2 S^2 + \lambda_3 S^3,$$

Конкретный вид функции фильтрации, используемый в наших расчетах, определен экспериментально.

На фронте концентраций решение для линейной функции $F(C) = C$ имеет вид

$$C_0(x) = e^{-\lambda_0 x}, \quad (5)$$

для $F(C) = (1 - \alpha)C + \alpha C^3$:

$$C_0(x) = \frac{\sqrt{1 - \alpha} e^{-(1-\alpha)\lambda_0 x}}{\sqrt{1 - \alpha e^{-2(1-\alpha)\lambda_0 x}}}, \quad (6)$$

На входе фильтра при $x = 0$ с учетом краевого условия (3) решение $S_0(0, t)$ определяется из уравнения:

$$\int_0^{S(0,t)} \frac{dS}{\lambda_0 + \lambda_1 S + \lambda_2 S^2 + \lambda_3 S^3} = t. \quad (7)$$

Представленная задача не имеет аналитического решения, как многие другие задачи фильтрации [3], будем решать ее численным методом конечных разностей. Для сходимости метода шаги по временной оси t и оси координат x были выбраны $h_t = h_x = 0.01$, что обеспечивает выполнение условия Куранта [4]. Коэффициенты функции фильтрации получены экспериментальным путем и равны $\lambda_0 = 1.551$, $\lambda_1 = -3.467 \cdot 10^{-3}$, $\lambda_2 = -1.16 \cdot 10^{-6}$, $\lambda_3 = -1.16 \cdot 10^{-7}$ [5]. В качестве параметра α выбрано значение $\alpha = 0.9$.

На рис. 1 представлены графики концентрации взвешенных частиц при $x = 0.5$ (рис. 1а) и на выходе фильтра при $x = 1$ (рис. 1б): черная линия соответствует линейной функции фильтрации, красная линия – кубической функции фильтрации.

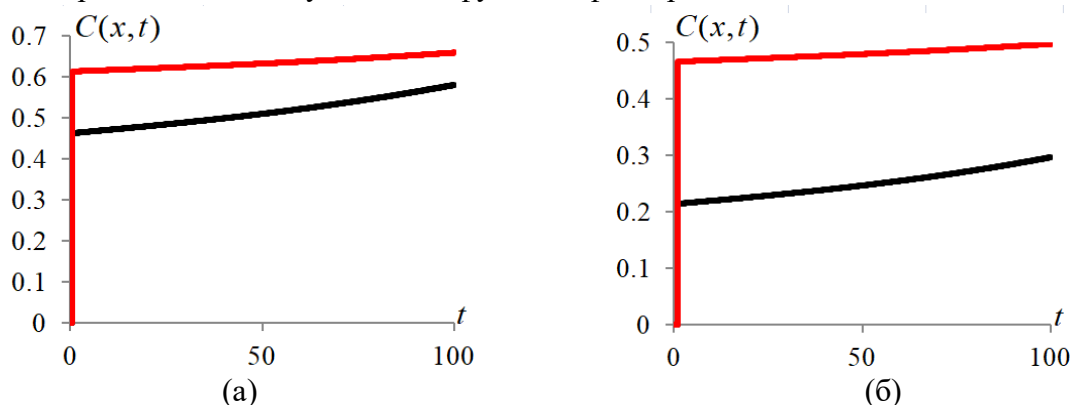


Рис. 1. Графики концентраций взвешенных частиц $C(x,t)$ при $x = 0.5$ (а) и $x = 1$ (б)

На рис. 2 показаны графики относительных отклонений концентраций взвешенных частиц для модели с двумя механизмами захвата – размерным и аэрозольным от модели с одним размерным механизмом: линия черного цвета соответствует случаю $x = 0.5$, линия красного цвета – $x = 1$.

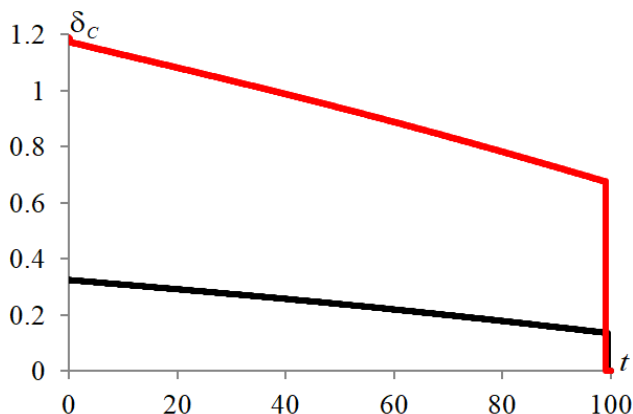


Рис. 2. Относительные отклонения концентраций взвешенных частиц при $x = 0.5$ и $x = 1$

На рис. 3 представлены графики концентрации осажденных частиц при $t = 100$: черная линия соответствует линейной функции фильтрации, красная линия – кубической функции фильтрации.

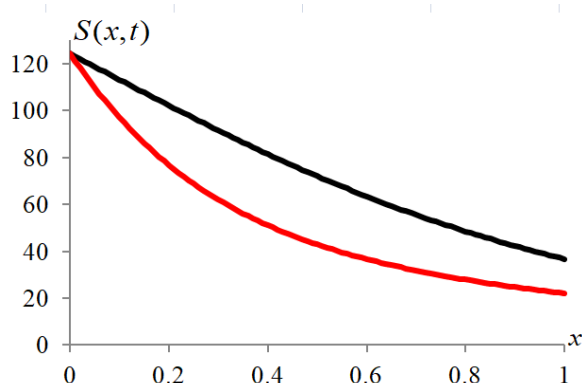


Рис. 3. Графики концентраций осажденных частиц $S(x,t)$ при $t = 100$

На рис. 4 показан график относительного отклонения $S(x,t)$ для модели с двумя механизмами захвата – размерным и аэрозольным от модели с одним размерным механизмом.

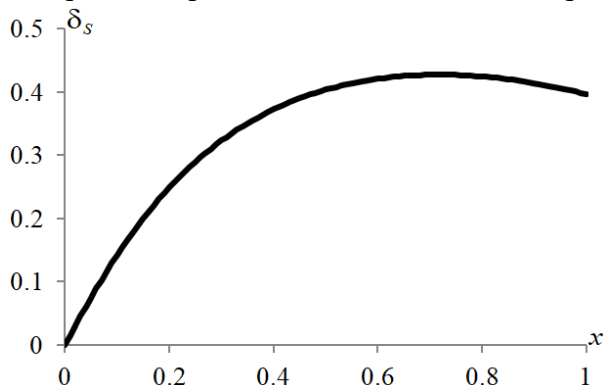


Рис. 4. Относительное отклонение концентрации осажденных частиц при $t = 100$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для образования сводовой перемычки на входе широкой поры требуется слипание трех частиц. Это менее вероятно, чем запыриание узкой поры одной частицей. Поэтому в данной модели процесс фильтрации для функции $F(C) = (1 - \alpha)C + \alpha C^3$ происходит менее интенсивно, чем для $F(C) = C$. Осадка образуется сравнительно меньше, соответственно концентрация взвешенных частиц больше, чем для $F(C) = C$.

Интересно отметить, что если при фиксированном x максимальная разность графиков C на входе при $x=0$, а минимальная — на выходе при $x=1$, то для осадка максимум разности достигается около 0.4. Этот вопрос представляет интерес для дальнейших исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Богов С.Г.* Адаптация струйной технологии для целей освоения подземного пространства в исторической части Санкт-Петербурга в условиях слабых грунтов // Жилищное строительство. – 2014. – № 3. – С. 25–30.
2. *Шашкин А.Г., Богов С.Г.* Использование технологии jet grouting при устройстве подземного объема в условиях слабых глинистых грунтов // Научно-технический и производственный журнал. – 2014. – № 9. – С. 27–33.
3. *Сафина Г.Л.* Решение задачи фильтрации численными методами // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 4 (75). – С. 68–73.
4. *You Z., Y. Osipov Y., P. Bedrikovetsky P., L. Kuzmina L.* Asymptotic model for deep bed filtration // Chemical Engineering Journal. – 2014. – № 258. – С. 374–385.
5. *Courant R., Friedrichs K., Lewy H.* Über die partiellen Differenzgleichungen der mathematischen Physik // Mathematische Annalen. – 1928. – № 100 (1). – С. 32–74.