

СЕКЦИЯ ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Студентка 4 курса 37 группы ИСА Арташина А.Э. ,

Студент 4 курса 37 группы ИСА Борисов Н.О.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. А.П. Парфёненко

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Метрополитены, согласно ч. 1 ст. 48 ГрК [1], относятся к особо опасным, технически сложным объектам. Безопасность людей на путях эвакуации (переходы, эскалаторы) должна определяться расчётом на основе оценки вероятности эвакуации при возникновении пожара, согласно ФЗ №123 [2].

Эскалатор представляет собой ряд шарнирно соединенных между собой ступеней, образующих непрерывную цепь (конвейер), ступени поднимаются или опускаются и перемещают вместе с собой находящихся на них людей. В Методике [7] приведены данные скорости людских потоков по лестничным клеткам вниз и вверх с размерами ступеней на стандартных лестницах варьируются от 290 до 330 мм для проступи и от 145 до 168 мм для подступенка [8], когда как для эскалатора размеры проступи и подступенка могут достигать до 380 и 240 мм соответственно [9-11]. Поэтому, можно сделать вывод, что скорость самостоятельного движения людей на эскалаторах будет существенно отличаться.

Для решения данной проблемы были проведены натурные наблюдения движения людей по эскалаторам на станции метро «Курская», с целью выявления зависимости скорости движения людей от возрастного состава. В ходе работы получилось 800 данных по движениям людей вверх и вниз, составлены сводные таблицы.

Таблица 1

Движение вниз по эскалатору

№	Мужчины, возраст	Средняя скорость, м/мин	Стандартное отклонение, м/мин	Максимальное значение скорости, м/мин	Минимальное значение скорости, м/мин
1	18-20	54,33	4,67	63,67	44,99
2	20-25	51,42	15,27	81,95	20,89
3	20-25	60,63	11,91	84,44	36,82
4	20-25	52,80	7,96	68,71	36,88
5	25-30	64,66	7,42	79,51	49,82
6	25-30	65,94	8,01	81,96	49,91
7	30-35	49,67	6,88	63,43	35,90

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
8	40-45	48,57	5,62	59,80	37,34
9	45-50	55,39	8,95	73,30	37,49
10	45-50	40,94	12,67	66,28	15,60
11	45-50	50,41	5,73	61,81	38,95
№	Женщины, возраст				
1	18-23	45,85	11,89	69,63	22,07
2	20-25	37,53	5,37	48,27	26,80
3	20-25	46,15	11,32	68,79	23,51
4	20-25	47,48	6,65	60,78	34,17
5	25-30	43,33	7,51	58,36	28,30
6	25-30	55,18	6,93	69,05	41,31
7	60-70	34,71	6,32	47,35	22,06

Таблица 2

Движение вверх по эскалатору

№	Мужчины, возраст	Средняя скорость, м/мин	Стандартное отклонение, м/мин	Максимальное значение ско- рости, м/мин	Минималь- ное значе- ние скоро- сти, м/мин
1	15-17	49,70	6,38	62,45	36,94
2	20-25	42,59	14,22	71,02	14,15
3	20-25	39,14	8,84	56,81	21,46
4	25-30	46,28	4,34	54,96	37,60
5	25-30	42,42	5,04	52,51	32,33
6	25-30	42,20	5,30	52,79	31,60
7	30-35	37,63	5,45	48,53	26,74
8	30-35	44,55	12,17	68,88	20,21
9	40-45	40,33	7,13	54,60	26,06
10	45-50	46,62	8,35	63,32	29,91
11	45-50	37,09	11,59	60,27	13,91
№	Женщины				
1	18-23	50,81	9,32	69,46	32,16
2	20-25	47,34	12,66	72,66	22,02
3	20-25	44,65	3,56	51,76	37,53
4	20-25	38,25	6,74	51,72	24,78
5	25-30	43,26	7,04	57,34	29,18
6	30-35	33,01	6,21	45,42	20,60

Из всех полученных данных была высчитана средняя скорость, стандартное отклонение, значения максимальной и минимальной скорости. Сравнивая данные таблицы П2.1 Методики [9] можно увидеть разницу скоростей: в нормативном документе средняя скорость по лестничным клеткам вниз составляет 100 м/мин, полученное значение средней скорости примерно составляет 50 м/мин (Таблица 1). Анализируя движение вверх получена средняя скорость 40 м/мин (Таблица 2), что тоже отличается от указанной в Методике (60 м/мин).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.09.2017).
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. СП 120.13330.2012 «Метрополитены».
4. *Алексеев Ю.В.* Формирование и движение людских потоков в проходах зрелищных сооружений: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.10 / Ю.В. Алексеев. – М. – 1978. С. 9–39.
5. *Копылов В.А.* Исследование параметров движения людей при вынужденной эвакуации: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.10 / В.А. Копылов. – М. – 1974. С 10–29.
6. *Холщевников В.В.* Исследование людских потоков и методологии нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. - М.: МИПБ МВД РФ – 1999. С. 49–67.
7. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».
8. ГОСТ 8717.0-84 «Ступени железобетонные и бетонные. Технические условия».
9. ГОСТ Р 54765-2011 «Эскалаторы и пассажирские конвейеры. Требования безопасности к устройству и установке».
10. *Корольченко Д.А., Холщевников В.В.* Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды // Пожаровзрывобезопасность – 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
11. *Корольченко Д.А., Азатян В.В., Горшков В.И., Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Яшин В.Я.* Основные факторы, определяющие воздействие газоаэрозольных огнетушащих составов на процессы горения // Пожаровзрывобезопасность – 1997. Т. 6. № 4. С. 3-6.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СЕТКИ ИЗ СТЕКЛОВОЛОКНА ПОКРЫТОЙ ОГНЕЗАЩИТНЫМ СОСТАВОМ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КАБЕЛЕЙ

Кабель — это сложная многокомпонентная конструкция, которая сочетает в себе горючие материалы, такие как: изоляция, оболочки кабелей, и нагретые электрическим током токопроводящие жилы, в аварийных ситуациях являющиеся источником возгорания и распространения огня [1].

По требованию Федерального закона статья 82 N 123-ФЗ Кабели должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону. Таким образом в качестве альтернативы огнестойких кабелей, можно использовать кабели с покрытием, состоящим из стекловолоконной сетки[2, 3].

Для определения эффективности применения сетки из стекловолоконного покрытия была использована сетка ИНФЛЕКС-ФК-3 (Рис.1.) с коэффициентом вспучивания (по технической документации) равному 15, силовой кабель ВВГ-Пнг(А) – LS 2*1.5, кабель не распространяет горение при групповой прокладке, состав изоляции- ПВХ пластикат пониженной горючести. Кабель предназначен для общепромышленного применения, кроме мест массового пребывания людей [4-7].

Испытание проводилось по ОКЛ ГОСТ Р 53316-2009 «Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара. Метод испытания». Были проделаны отверстия в съёмной стенке печи диаметром 10 мм, воздушные пространства были заделаны минеральной ватой. Кабель был закреплен при помощи перфорированной стальной сетки.

Кабели были подключены одним концом к трансформатору, другим к лампам накаливания. После того как изолирующий слой на кабеле прогорит, произойдет короткое замыкание и электричество перестанет поступать на лампу накаливания. Время, при котором происходит короткое замыкание, фиксируется.

Цель испытания – оценить огнезащитную эффективность сетки (Рис. 1) в составе кабельной линии.

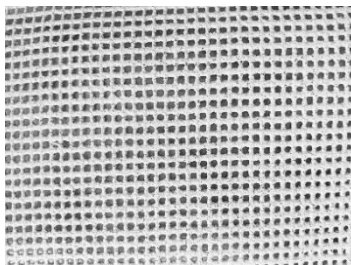


Рис. 1. Сетка огнезащитная ИНФЛЕКС-ФК-3

Таблица 1

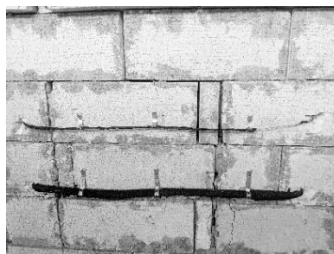
Результаты испытания

Огнезащита	Время до короткого замыкания, сек	Режим испытания
нет	20	Стандартный
ИНФЛЕКС-ФК-3	286	Стандартный

В результате данного испытания (Таблица 1) вся изоляция жил кабельных образцов была разрушена (рис. 2 б). Кабель, непокрытый огнезащитной сеткой ИНФЛЕКС-ФК-3, проводил ток 20 секунд, кабель с огнезащитой 286 секунд (4,7 мин) и прогорел в месте стыковки огнезащитной сетки.



а



б

Рис. 2. Результаты испытания:

- а) до испытания,
- б) после испытания.

Исходя из результатов испытания мы можем сделать вывод, что кабель с огнезащитным покрытием допустимо применять в административных и торговых зданиях с СОУЭ третьего типа и выше, так как оно состоит из 90 сек (время начала эвакуации) + 120 сек (время расчетное).

При данном использовании кабель будет сохранять работоспособность до полной эвакуации людей из здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Каменский М.К., Мецанов Г.И., Фрик А.А.* Кабели и провода пожаробезопасного исполнения. Современное состояние и тенденции развития // Кабели и провода – 2017. № S3 (365). С. 30-35.
2. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F., Vyakov A.V.* The analysis of oil suppression by aqueous film forming foam through a gas-salt layer of water // Advanced Materials Research. – Volume 1073-1076 (2015).- pp. 2353-2357.
3. *Корольченко Д.А., Азатян В.В., Гориков В.И., Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Яшин В.Я.* Основные факторы, определяющие воздействие газоаэрозольных огнетушащих составов на процессы горения // Пожаровзрывобезопасность. 1997. Т. 6. № 4. С. 3-6.
4. *Кузьменко В.Н., Пищулин В.П., Сваровский А.Я.* Огнезащитные покрытия «ОВКП-2» // Вестник торгово-технологического института – 2010. № 3. С. 41-48.
5. *Сурмагин Д.В., Бакулина А.А., Титова Г.Р.* Электроснабжение строительной-монтажной базы объекта особого назначения // Научный журнал – 2017. № 1 (14). С. 13-14.
6. *Korolchenko D., Voevoda S.* Influence of dispersion degree of water drops on efficiency of extinguishing of flammable liquids, MATEC Web of Conferences Volume 86, 2016, DOI: 10.1051/mateconf/20168604056.
7. *Маркеев В.А., Воевода С.С., Корольченко Д.А.* Противопожарная защита объектов резервуарного парка ОАО «НК «Роснефть» технологии // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 9. – С. 83-85.
8. *Медведев Н.Ю., Можарова Н.П.* Разработка материала для защиты от пожаров // Путь и путевое хозяйство – 2011. № 1. С. 13-14.
9. *Пронин А.* Инновации в области огнезащитных материалов – ТехНадзор – 2013. № 7 (80). С. 84.
10. *Барботько С. Л.* Моделирование процесса горения материалов при испытаниях по оценке тепловыделения // Пожаровзрывобезопасность. — 2007. — Т. 16, № 3. — С. 10-24.
11. *Корольченко Д.А., Шароварников А.Ф.* Влияние длительного теплового воздействия на пожаробезопасность полимерных материалов // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 1. – С.62-67.
12. *Huiqing Zhang.* Fire-Safe Polymers and Polymer Composites // Technical Report DOT/FAA/AR-04/11. Federal Aviation Administration, William J. Hughes Technical Center Airport and Aircraft Safety, 2004.—209 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ В ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ

В Методике определения расчетных величин пожарного риска [1] представлены три расчетные модели движения людских потоков: упрощенно-аналитическая, имитационно-стохастическая и индивидуально-поточная модели.

В соответствии с геометрией здания, характеристик людского потока и параметров их движения, выбирается расчетная модель эвакуации людей [2]. Как показывает практика [3-5], алгоритмы, заложенные в программах, необходимо проверять на корректность получаемых данных, а сами программы – на соответствие используемых закономерностей между параметрами людских потоков и реальных процессов движения людей [6-8].

Данный анализ включал в себя следующие задачи: выбрать наиболее используемые программы расчета времени эвакуации на основе индивидуально-поточной модели движения людей; рассмотреть интерфейс программ; оценить их особенности и недостатки; согласно Методике [1] рассчитать время эвакуации людей из помещения с различной шириной дверного проема и без проема; произвести те же расчеты в выбранных программах; проанализировать результаты и выявить проблематику.

Для расчета было необходимо расположить 360 человек в помещении 20х2 м с площадью горизонтальной проекции каждого человека $f = 0,1 \text{ м}^2/\text{чел}$ и плотностью потока людей $D = 0,9 \text{ м}^2/\text{м}^2$.

Ручной счет осуществлялся с использованием формулы нахождения времени скопления на участке:

$$t_{\text{ск}} = \frac{N \cdot f}{q_{\text{при } D=0,9} \cdot b}$$

где N – число людей, чел;

f – площадь горизонтальной проекции индивида, $\text{м}^2/\text{чел}$;

$q_{\text{при } D=0,9}$ – интенсивность движения при плотности 0,9 и более, м/мин;

b – ширина участка пути, м.

Интенсивность движения через проем шириной 1,6 м определяется из данных Методики [1], для дверных проемов шириной 0,8 м и 1,2 м следует пользоваться формулой:

$$q = 2,5 + 3,75 \cdot x$$

где x – ширина проема двери, м.

Проем шириной 2 м необходимо рассматривать как горизонтальный путь с интенсивностью 13,5 м/мин.

Таблица 1

Результаты расчета

	Ширина дверного проема 0,8 м	Ширина дверного проема 1,2 м	Ширина дверного проема 1,6 м	Горизонталь- ный путь шириной 2 м
Ручной счет	490,90 сек	257,14 сек	158,82 сек	79,99 сек
Pathfinder	503,77 сек	258,50 сек	159,50 сек	80,50 сек
Сигма ПБ	114,25 сек	68,50 сек	58,75 сек	57,25 сек
Urban	76,00 сек	74,00 сек	76,00 сек	63,00 сек
Fenix+	467,00 сек	243,00 сек	148,60 сек	45,40 сек
Фогард Рв	150,20 сек	99,90 сек	74,30 сек	59,50 сек

Ручной счет является эталоном, так как был рассчитан в соответствии с Методикой. Главным недостатком многих программ является отклонения времени эвакуации от эталонного значения, то есть можно сделать вывод, что программы не учитывают закономерности движения потока людей. При рассмотрении горизонтального участка без двери наибольшее отклонение от эталона показал программно-вычислительный комплекс Fenix+ (43,24%), при ширине дверного проема 1,6 м и 1,2 м наибольшее отклонение показала программа Сигма ПБ (63,01% и 73,36% соответственно), при ширине дверного проема 0,8 м - Урбан (84,52%). Допустимым является отклонение, которое не превышает 5%. Лишь один программно-вычислительный комплекс (Pathfinder) соответствует данному значению. Остальные программы дают серьезные отклонения, которые указаны в таблице 2, и их использование для расчетов нежелательно.

Таблица 2

Отклонения времени эвакуации людей, рассчитанного в программах

Программно-вычислительные комплексы	Отклонения времени эвакуации от времени, рассчитанного в соответствии с Методикой
Pathfinder	0,42-2,62%
Сигма ПБ	28,43-76,73%
Urban	21,24-84,52%
Fenix+	4,87-43,24%
Фогард Рв	25,61-69,40%

Полученные данные дают перспективу доработки существующих программ и показывают необходимость подтверждения квалификации

разработчиков программно-вычислительных комплексов. Предполагается, что если будут доведены существующие программы до соответствия с Методикой, если ведущие научные государственные организации будут выпускать методические руководства для разработчиков, расчетчиков и проектировщиков, если будут разработаны наборы тестовых примеров для подтверждения квалификации разработчиков программно-вычислительных комплексов, станет возможным выпуск на общедоступный рынок программ, которые дают адекватные результаты в соответствии с Методикой, учитывая все тонкости зависимостей движения людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложение к приказу МЧС России от 30 июня 2009 г.
2. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F., Byakov A.V.* The analysis of oil suppression by aqueous film forming foam through a gas-salt layer of water // *Advanced Materials Research*. – Volume 1073-1076 (2015).- pp. 2353-2357.
3. *Korolchenko D., Tusnin A., Trushin S., Korolchenko A.* Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in high-rise buildings, *International Journal of Applied Engineering Research*, Volume 10, Issue 21, 2015, Pages 42541-42548.
4. *Парфененко А.П.* Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // *Пожаробезопасность* – 2014. Т. 23. № 12. С. 46-55.
5. *Холщевников В.В., Парфененко А.П.* Сопоставление различных моделей движения людских потоков и результатов программно-вычислительных комплексов // *Пожаровзрывобезопасность* – 2015. С. 68-75.
6. *Холщевников В.В.* Модели для расчета эвакуации людей устаревают // *Пожаровзрывобезопасность* – 2017. С. 39-55.
7. *Корольченко Д.А., Холщевников В.В.* Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды // *Пожаровзрывобезопасность*. 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
8. *Korolchenko D., Kholshchevnikov V.* Conceptual problems of high-rise construction and differentiation of research within the urban environment system. *MATEC Web of Conferences*, 2017, vol. 106, article number 01038, 12 p. DOI: 10.1051/mateconf/201710601038.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТУРНИКЕТОВ НА ПУТЯХ ЭВАКУАЦИИ

Метрополитены, согласно ч. 1 ст. 48 Градостроительного кодекса [1], относятся к технически сложным особо опасным объектам. Безопасность людей в пешеходных сооружениях метрополитена (станции и пересадочные узлы) должна, согласно ФЗ №123 [2], определяться расчётом на основе оценки индивидуального пожарного риска. Этой концепции соответствуют и требования пункта 5.16.6.17 СП 120.13330.2012 «Метрополитены». Однако, ни СП 120.13330.2012, ни МЕТОДИКА не дают расчётных значений параметров, необходимых для определения вероятности эвакуации людей Рэ.

Исследование пропускной способности турникетов на путях эвакуации является актуальным [3-7], так как метрополитены не относятся ни к одному классу функциональной пожарной опасности, с точки зрения эвакуации людей нормы отсутствуют, применение СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» недопустимо.

На станциях метрополитена к эвакуационным путям относятся платформы, эскалаторы, турникеты, а также участок перед турникетами, которые создают препятствие при выходе людей [8-13].

Методика исследования заключается в следующем. Замеры были произведены на станции метро «Комсомольская», в часы «пик» для того, чтобы получить максимальную пропускную способность движения людей через турникеты, так как данная станция одна из самых загруженных в г. Москве. Всего было произведено 67 замеров. Большая плотность потока позволила провести эксперимент с достаточной точностью, так как при постоянном непрерывном движении людей через турникет дверцы находятся в открытом состоянии.

Ширина прохода турникета равна 60 см. Принимаем плотность максимальной = 0,9, следовательно, интенсивность для горизонтального пути шириной 0,6 метра равна 8,1 м/мин, а интенсивность для дверного прохода равна 4,75 м/мин. Анализируя полученные данные (Таблица 1) можно сделать вывод, что турникеты нельзя отнести ни к горизонтальному пути, ни к дверному проему.

Таблица 1

Движение людей через турникеты

Минуты	Кол-во Людей	Интенсив- ность, Турникет	Минуты	Кол-во Людей	Интенсив- ность, Турникет
1	79	7,9	31	85	8,5
2	79	7,9	32	67	6,7
3	73	7,3	33	65	6,5
4	78	7,8	34	68	6,8
5	81	8,1	35	69	6,9
6	83	8,3	36	68	6,8
7	84	8,4	37	73	7,3
8	86	8,6	38	74	7,4
9	79	7,9	39	70	7,0
10	78	7,8	40	69	6,9
11	73	7,3	41	68	6,8
12	68	6,8	42	68	6,8
13	74	7,4	43	67	6,7
14	48	4,8	44	72	7,2
15	56	5,6	45	73	7,3
16	59	5,9	46	74	7,4
17	62	6,2	47	70	7,0
18	79	7,9	48	73	7,3
19	78	7,8	49	68	6,8
20	64	6,4	50	72	7,2
21	72	7,2	51	80	8,0
22	80	8,0	52	79	7,9
23	84	8,4	53	74	7,4
24	75	7,5	54	68	6,8
25	68	6,8	55	66	6,6
26	73	7,3	56	68	6,8
27	74	7,4	57	69	6,9
28	83	8,3	58	73	7,3
29	84	8,4	59	75	7,5
30	83	8,3	60	78	7,8

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 29.07.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 30.09.2017).
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. СП 120.13330.2012 «Метрополитены».
4. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 (ред. от 20.09.2019) «О противопожарном режиме».
5. *Алексеев, Ю.В.* Формирование и движение людских потоков в проходах зрелищных сооружений: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.10 / Ю.В. Алексеев. – М. – 1978. С. 254-260.
6. *Корольченко Д.А., Азатян В.В., Гориков В.И., Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Яшин В.Я.* Основные факторы, определяющие воздействие газоаerosольных огнетушащих составов на процессы горения // Пожаровзрывобезопасность. 1997. Т. 6. № 4. С. 3-6.
7. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F.* Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water // Advanced Materials Research. 2015. Т. 1070-1072. С. 1794-1798.
8. *Гвоздяков, В.С.* Закономерности движения людских потоков в транспортно-коммуникационных сооружениях: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.10 / В.С. Гвоздяков. – М. – 1978. С. 211-220.
9. *Холщевников В.В.* Исследование людских потоков и методологии нормирования эвакуации людей из зданий при пожаре. - М.: МИПБ МВД РФ – 1999.
10. Приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» с учетом изменений, утверждённых приказом №632 МЧС РФ от 02.12.2015.
11. *Орлов Г.Г., Корольченко Д.А., Ляпин А.В.* Оптимизация требований к конструктивным и объемно-планировочным решениям при проектировании зданий и сооружений для взрывоопасных производств // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 11. – С.67-74.
12. *Корольченко Д.А., Корольченко А.Я.* Основы пожарной безопасности предприятия, Полный курс пожарно-технического минимума / Москва, 2011. (2-е издание, переработанное и дополненное)
13. *Korolchenko D., Kholshchevnikov V.* Conceptual problems of high-rise construction and differentiation of research within the urban environment system. MATEC Web of Conferences, 2017, vol. 106, article number 01038, 12 p. DOI: 10.1051/mateconf/201710601038.

МЕХАНИЧЕСКОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ – МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Древесина является уникальным строительным материалом, обладающим рядом преимуществ: возможность создания конструкций различной формы, возобновляемость, низкая теплопроводность, устойчивость к кислотам при нормальной температуре. Все это дает возможности для увеличения объемов деревянного домостроения. Однако несмотря на положительные качества, у данного материала есть недостатки: подверженность грибковым поражениям, высока пожароопасность. Для их устранения используются различные методы модифицирования древесины, в частности механическое модифицирование.

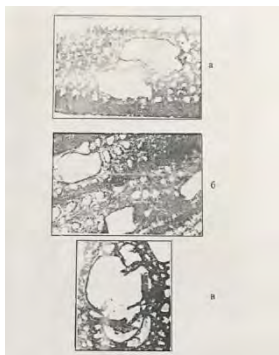


Рис. 1. Срез натуральной древесины березы радиального сжатия влажностью 30% при степени прессования: а) 40%, б) 50%, в) после распрессовки.

(Рис. 1.).

При радиальном прессовании древесины крупные сосуды теряют устойчивость и деформируются на 20% от первоначального состояния. При этом небольшие сосуды практически не подвержены деформации, сердцевинные лучи меняют свою форму вблизи деформированных сосудов.

При радиальном сжатии образца до 30% крупные сосуды сжимаются, начинают деформироваться мелкие сосуды.

При сжатии около 35% от исходного образца наблюдается явно выраженный скачок деформации, в результате которого сминаются стенки сосудов.

После сжатия материала до степени 50% крупные сосуды значительно деформируются и напоминают узкие щели.

После распрессовки на срезах образца наблюдаются разрывы в местах, где скапливаются сосуды. При прессовании в тангенциальном направлении нет выраженного скачка деформации и нет смятия клеток либриформа

При прессовании аналогичного образца, в тангенциальном направлении наблюдается меньше количество разрывов, чем в радиальном. Сердцевинные лучи слегка изгибаются с изменением формы сосудов. Нет характерного скачка деформации (Рис. 2.).

Для более эффективного модифицирования предварительно древесину пропаривают по способу Хухрянского.

При сжатии в радиальном направлении при степени прессования от 10 до 20% расщепляются срезы на отдельные элементы, которые по мере увеличения степени прессования уплотняются. В начале разрушаются стенки наиболее крупных сосудов, в местах их наибольшего скопления.

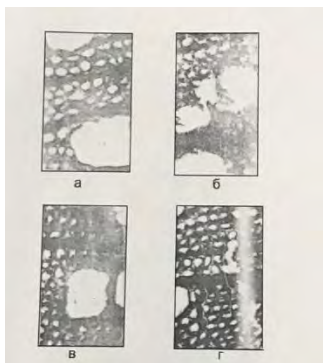


Рис. 2. Срез натуральной древесины березы тангенциального сжатия степень прессования: а) 20%, б) 40%, в) 50%, г) после распрессовки.

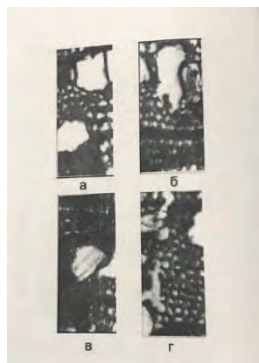


Рис. 3. Срез пропаренной древесины березы тангенциального сжатия степень прессования: а) 20%, б) 40%, в) 50%, г) после распрессовки.

При тангенциальном прессовании древесины до 40% деформируются сосуды и клетки либриформа и гофрировка сердцевинных лучей. При прессовании до 50% полностью исчезают полости крупных сосудов. После снятия нагрузки на образце наблюдаются ярко выраженные разрывы.

При тангенциальном прессовании обработанной по методу Хухрянского древесины не наблюдаются разрушения, которые присутствуют при радиальном сжатии. Стенки сосудов устойчивее к разрушению, а деформирования схоже с деформированием не пропаренной древесины (Рис. 3.).

При радиальном прессовании образцов, пластифицированных карбамидом при прессовании на 20%, практически не наблюдаются изменения,

но при 40% уменьшаются плоскости сосудов при сохранении ими овальной формы. После снятия нагрузки присутствует незначительное количество разрывов в местах скопления сосудов.

При тангенциальном пресовании происходит уменьшение полостей сосудов и клеток либриформа, уменьшение сечения полостей при сохранении формы. После снятия нагрузки древесина возвращается к исходному состоянию, трещин и разрывов не наблюдается.

Механическое модифицирование позволяет создать уникальный по характеристикам материал, который можно использовать при создании различных механизмов и конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шамаев В.А.* Химико – механическое модифицирование древесины // Воронеж. гос. лесотехн. акад. – 2003. С. 7-29.
2. *Огарков Б.И., Огарков В.Б., Русских Ю.А.* Модифицирование древесины с целью улучшения ее механических свойств // Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности – 1989. С. 132-133.
3. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F., Byakov A.V.* The analysis of oil suppression by aqueous film forming foam through a gas-salt layer of water // *Advanced Materials Research.* – Volume 1073-1076 (2015).- pp. 2353-2357.
4. *Томин А.А., Сидельников А.И., Шамаев В.А.* Неравномерное уплотнение древесины при изготовлении // Технологии и оборудование деревопереработки в 21 веке – 2001. С. 171-172.
5. *Игнатович Л.В., Утгоф С.С.* Особенности структурных изменений при термомеханическом модифицировании древесины, сосны и ольхи – 2016. № 2 (184). С. 192-195.
6. *Кулешов.А.А., Никулина Н.С., Медведев И.Н., Шамаев В.А.* Перспектива в направлении модифицирования древесины // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций – 2017. Т.1. С. 491-494.
7. *Покровская Е.Н., Портнов Ф.А., Кобелев А.А., Корольченко Д.А.* Дымообразующая способность и токсичность продуктов сгорания древесных материалов при поверхностном модифицировании элементоорганическими соединениями // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 10. С. 40-45.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФИБРОБЕТОННЫХ ПАНЕЛЕЙ НА КЛАСС ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ

По данным на 2019 год навесные фасадные системы (далее – НФС) монтируются на 60% строящихся зданий, в основном на жилых многоквартирных и общественных зданиях. Основными преимуществами НФС являются долговечность, ремонтпригодность, скорость монтажа и большой выбор облицовки, но, как и для любой фасадной системы, НФС должна соответствовать требованиям нормативных документов по обеспечению пожарной безопасности.

В соответствии с:

- Федеральным законом №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» – для отделки внешних поверхностей стен в зданиях I-III степеней огнестойкости необходимо применять исключительно негорючие (НГ) и слабогорючие (Г1) материалы;
- СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» – для зданий классов функциональной пожарной опасности Ф 1.1 и Ф 4.1 должны применяться фасадные системы класса К0 с применением негорючих материалов облицовки, отделки и теплоизоляции;
- СП 267.1325800.2016 «Здания и комплексы высотные. Правила проектирования» – Навесные фасадные системы должны быть класса конструктивной пожарной опасности К0 [1].

В связи с вышеперечисленными требованиями нормативных документов в качестве облицовки НФС все чаще используется стеклофибробетон, который является негорючим материалом.

Стеклофибробетон (далее – СФБ) – это бетон с распределенным в нем стеклянным волокном. СФБ широко используется в строительной отрасли, от несъемной опалубки и элементов декора до массивных ограждающих элементов жилых и производственных зданий. Такое распространение материал получил благодаря прочностным свойствам, большому сроку эксплуатации, морозостойкости, более легкими конструкциями в сравнении с другими фибробетонами [2].

В настоящее время наибольшее распространение получили две технологии изготовления стеклофибробетонных изделий: премиксинг и пневмонабрызг.

Премиксинг (или как его еще называют – предварительное перемешивание) заключается в замешивании бетонной смеси необходимой марки с последующим добавлением мелко нарезанного стеклянного волокна,

после чего готовая смесь укладывается в необходимую форму, уплотняется и набирает прочность.

Пневмонабрызг заключается в одновременном напылении на необходимую форму бетонной смеси и стекловолокна [3-7]. Первым этапом в данном методе производства является нанесение лицевого слоя толщиной от 0,5 до 1 мм смеси без стекловолокна для более ровной поверхности изделия. После нанесения лицевого слоя с помощью пистолета-напылителя бетонная смесь и стекловолокно под давлением набрызгивается на форму и через каждые 2 слоя до получения заданной толщины изделия с помощью прикаточного валика уплотняется.

Для определения класса пожарной опасности НФС с облицовочным слоем из СФБ было проведено два испытания по ГОСТ 31251-2008. Сущность метода заключается в определении характеристик и показателей пожарной опасности наружных стен и зданий с внешней стороны. При испытании имитируется тепловое воздействие на фасад здания посредством факела пламени выходящего из оконного проема и регистрируется распространение опасных факторов пожара от материалов фасадной системы [6-9].

Пожарная опасность конструкций определяется:

а) наличием теплового эффекта от горения или термического разложения материалов образца, который выражается в превышении контрольных показаний хотя бы одной из термоэлектрических преобразователей;

б) возникновением вторичных источников зажигания в результате образования горящего расплава или частиц, приводящих к воспламенению рубероида, расположенного у основания в течении не менее 5 с.;

в) обрушением хотя бы одного элемента конструкции или его части массой 1 кг и более;

г) размером повреждений материалов образца [5].

Испытания проводились на смонтированной НФС с облицовкой из СФБ толщиной 20 мм. Панели при испытании №1 были изготовлены методом премиксинг, при испытании №2 – методом пневмонабрызг.

Во время проведения обоих испытаний зафиксированы обрушения облицовки фасада, но при испытании №1 обрушилась часть образца массой более 1 кг, тогда как при испытании №2 произошел «отстрел» лицевого слоя неармированного стекловолокном.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод что технология изготовления облицовки НФС из СФБ напрямую влияет на класс пожарной опасности конструкции. При использовании облицовки из СФБ, изготовленного методом премиксинг, необходимо монтировать противопожарный короб так, чтобы, элементы верхнего откоса короба

имели выступы-борта с вылетом за лицевую поверхность облицовки. Это значительно увеличивает трудоемкость и стоимость НФС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корольченко Д.А., Шароварников А.Ф.* Влияние длительного теплового воздействия на пожаробезопасность полимерных материалов // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 1. – С.62-67.
2. *Покровская Е.Н., Портнов Ф.А., Кобелев А.А., Корольченко Д.А.* Дымообразующая способность и токсичность продуктов сгорания древесных материалов при поверхностном модифицировании элементоорганическими соединениями // Пожаровзрывобезопасность. 2013. Т. 22. № 10. С. 40-45.
3. *Корольченко Д.А., Азатян В.В., Гориков В.И., Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Яшин В.Я.* Основные факторы, определяющие воздействие газоаэрозольных огнетушащих составов на процессы горения // Пожаровзрывобезопасность. 1997. Т. 6. № 4. С. 3-6.
4. *Вихарева Р.В., Первушина Д.В.* Применение стеклофибробетона в облицовке фасадов // Синергия Наук – 2019. № 34. С. 418-421.
5. *Король О.А., Байков Н.Н., Ройфе В.С.* Особенности технологии производства и монтажа стеклофибробетонных изделий при капитальном ремонте зданий // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности – 2019. № 3 (381). С. 207-214.
6. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F.* Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water // Advanced Materials Research. 2015. Т. 1070-1072. С. 1794-1798.
7. *Korolchenko D., Voevoda S.* Influence of dispersion degree of water drops on efficiency of extinguishing of flammable liquids, MATEC Web of Conferences Volume 86, 2016, DOI: 10.1051/mateconf/20168604056.
8. *Korolchenko D., Voevoda S.* Influence of spreading structure in an aqueous solution-hydrocarbon system on extinguishing of the flame of oil products, MATEC Web of Conferences, Volume 86, 2016, DOI: 10.1051/mateconf/20168604038.
9. *Самар А.П., Онохов Е.Ю., Холупова О.В.* Исследование пожарной безопасности зданий с навесными фасадами // Дальний восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса – 2013. № 1. С. 357-362.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ В ЗДАНИЯХ ШКОЛЫ

Для сотрудников пожарной безопасности одной из главных задач является предупреждение и устранение пожаров, и, соответственно, безопасная эвакуация людей. В данный момент действует Постановление от 25 апреля 2012 г. № 390 о Противопожарном режиме. В нем перечисляются правила, нацеленные на обеспечение пожарной безопасности в зданиях и сооружениях на этапе их эксплуатации. Пожарной безопасностью в учреждениях школ является комплекс мер, который включает в себя создание внешнего и внутреннего пространства школы, в том числе обучение персонала и школьников основам безопасного поведения, способствующим предотвращению пожаров или избеганию негативных последствий для жизни и здоровья в том случае, если пожар все-таки произойдет.



Рис. 1. Статистика пожаров за 2014-2018 годы

В зданиях школ должны быть запроектированы системы обеспечения пожарной безопасности.



Рис. 2. Система обеспечения пожарной безопасности

В задачи организационно-технических мероприятий входит [2]:

- обеспечение пожарным пространства для проезда и расстановки пожарной техники на территориях школ;
- контроль за исполнением правил пожарной безопасности;
- проведение противопожарного инструктажа для персонала образовательного учреждения, а также освоение и проверка минимума пожарно-технических знаний;
- формирование в учебных учреждениях добровольных пожарных дружин, организация их работы;
- создание уголка пожарной безопасности;
- проведение уроков в рамках дисциплины «Основы безопасности жизнедеятельности»;
- проверка знаний и поведения учащихся при возникновении пожара в виде практических занятий;
- условия пожарной безопасности при проведении концертов, утренников и всевозможных мероприятий;
- присутствие первичных средств тушения;
- разработка планов эвакуации;
- организация тренировочных эвакуаций;
- содержание эвакуационных путей, входов и выходов, холлов, коридоров, лестничных клеток в соответствии с Постановлением о Противопожарном режиме.

Существуют определенные правила эвакуации детей и персонала из учебных учреждений. Учеников, которые оказались ближе всего к очагу возгорания, выводят первыми. Лучше всего тех, которые учатся в кабинетах, находящихся на верхних этажах. Директор, его заместители и ответственные за пожарную безопасность выходят из школы последними. Также нужно учитывать то, что эвакуация должна быть проведена до начала воздействия опасных факторов пожара. После начала воздействия предельно допустимых значений ОФП заканчивается эвакуация, и начинается спасение людей.

Тушение пожаров в зданиях школ должно начинаться с момента обнаружения возгорания. Главная задача средств пожаротушения – обеспечение безопасной эвакуации учащихся и ликвидация очагов возгорания в кратчайшие сроки и с минимальными потерями.

В связи с этим в школах в обязательном порядке размещаются первичные средства пожаротушения, такие как: внутренний пожарный кран, пожарный щит с песком, специальные покрывала и огнетушители. По правилам установки огнетушителей, минимальная норма: 2 устройства на этаж. Размещают их на расстоянии до 20 м там, где наибольшая вероятность возникновения возгораний.

Но автоматические системы пожаротушения являются более действенными и эффективными способами защиты.

Поскольку школы и другие учреждения с детьми относятся к помещениям с длительным присутствием людей, единственным возможным огнетушащим средством тушения является вода. Этот способ абсолютно безвреден для людей, в том числе распыление воды помогает не только сдержать распространение пожара, но и вывести людей через зоны возгорания. Однако, огнетушащее вещество на водной основе может быть неподходящим из-за реакции с оборудованием. В особых случаях используется газовое и порошковое пожаротушение.

Противопожарные системы безопасности, сигнализации и управления эвакуацией выбирают в соответствии с требованиями СП 3.13130.2009 г. Как правило, используется адресно-аналоговый тип оповещения со световой и звуковой сигнализацией.

При чрезвычайных ситуациях в школе в первую очередь оповещают персонал, затем учащихся.

Риск возникновения пожара в общеобразовательных учреждениях значительно снижается благодаря выполнению профилактических мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление правительства РФ № 390 от 25.04.2012 г.
3. *Поскотина А.А.* Обеспечение пожарной безопасности в образовательных учреждениях. Первичные средства пожаротушения // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. Технические науки – 2013. С. 280-281.
4. *Сойлу Н.В., Каргашилов Д.В.* Безопасные условия функционирования учебного заведения в современных условиях // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы – 2018. С. 834-836.
5. *Еремина Т.Ю., Юг А.* Некоторые аспекты основ подготовки методических рекомендаций по организации учебной эвакуации детей различного возраста // Общие вопросы комплексной безопасности – 2018. С. 7-8.
6. *Корольченко Д.А., Холщевников В.В.* Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
7. *Korolchenko D., Tusnin A., Trushin S., Korolchenko A.* Physical parameters of high expansion foam used for fire suppression in high-rise buildings, International Journal of Applied Engineering Research, Volume 10, Issue 21, 2015, Pages 42541-42548.

АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ

Создание электронной вычислительной техники позволило её пользователям исключить необходимость понимания закономерностей процессов, которые они исследуют в используемых программах.

Как показывает практика использования предлагаемых программ для построения моделей движения людских потоков, трудности моделирования движения людей и отсутствие понимания его закономерностей приводят к подмене процессов действительно происходящих при движении людских потоков моделями других физических процессов [1].

Ответственность за полноту и целостность воспроизведения реального процесса движения людей лежит, прежде всего, на разработчиках модели, которые не имеют права «вводить в заблуждение приобретателей» их программы. Однако и пользователю необходимо уметь проверять получаемые результаты, чтобы не допустить ошибок, ценой которых могут стать жизнь и здоровье людей.

Поэтому цель данной работы – провести анализ моделей движения людских потоков, применяемых в существующих программных комплексах.

В связи с этой целью были поставлены следующие задачи:

- изучить литературу, содержащую сведения о моделях движения людских потоков;
- произвести анализ и определить достоверность результатов производимых существующими программами.

В настоящее время сложившийся широкий выбор программного обеспечения моделей, описывающих движение людских потоков, позволяет сопоставить их результаты и корректность области их применения.

Использование только достоверных программных комплексов, основанных на результатах натуральных наблюдений и установленных психофизических закономерностях, позволяют адекватно оценить модель процесса эвакуации, тем самым заранее выявить наиболее загруженные участки пути движения людей при возникновении чрезвычайной ситуации и предложить оптимальные решения по нормированию размеров эвакуационных путей и выходов.

Существуют различные модели, с помощью которых можно производить расчёты процесса эвакуации: упрощённо-аналитическая, имитационно-стохастическая и индивидуально-поточная.

Аналитическая модель вычисляется по формулам, с помощью которых человек может сам произвести расчёт вручную, и соответственно результаты расчётов при использовании этой модели получаются очень приближительными.

Имитационно-стохастическая модель воспроизводит движение людского потока путем описания его состояния на элементарных смежных участках в последовательные моменты времени, задавая реалистичные правила перехода через их границы в зависимости от соотношения плотностей потока на них. Модель описывает скорость и интенсивность движения как случайную функцию, значения которой выбираются случайно на каждом этапе моделирования, и, следовательно, позволяют учитывать поведение людей с различной ограниченностью мобильности и их влияние на движение окружающих людей. Как показывает практика, имитационно-стохастическое моделирование наиболее соответствует процессам движения людей, происходящим в реальных условиях.

Наиболее точной на сегодняшний день является индивидуально-поточная модель, при использовании которой можно учитывать поведенческие факторы, горизонтальные проекции различные для отдельных людей, параметры движения [2]. Что даёт возможность смоделировать все стадии объединения потока людей: от движения отдельных людей до их слияния в поток с возрастающей плотностью. При этом анализ зарубежных индивидуально-поточных моделей, показал, что они используют зависимости не соответствующие людским потокам [3-8].

Проведённый анализ позволяет понять, что с помощью формул для упрощенной аналитической модели, есть возможность рассчитать только простое движение людских потоков, поэтому для моделирования эвакуации применять необходимо имитационно-стохастическую модель движения людского потока, которая точнее отражает изменения процесса эвакуации.

В результате проведённого анализа моделей движения людских потоков можно сделать следующие выводы:

- в настоящее время на международном уровне отсутствует единое понимание проблемы моделирования, поэтому создатели компьютерных программ, истолковывают эти понятия субъективно и разрабатывают продукты с разными алгоритмами;

- в настоящее время при моделировании процесса эвакуации имеется необходимость выбирать математические модели, в которых программирование не изменяет реальные закономерности данного явления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Парфёненко А.П.* Методология моделирования людских потоков и практика программирования их движения при эвакуации // *Пожаровзрывобезопасность* – 2014. Т. 23. № 12. С. 46-55.
2. *Холщевников В.В., Самошин Д.А., Парфёненко А.П., Кудрин И.С., Истратов Р.Н., Белосохов И.Р.* Эвакуация и поведение людей при пожарах: учеб. пособие // М.: Академия ГПС МЧС России – 2015. С. 262.
3. *Холщевников В.В., Парфёненко А.П.* Сопоставление различных моделей движения людских потоков и результатов программно-вычислительных комплексов // *Пожаровзрывобезопасность* – 2015. Т. 24. № 5. С. 68-75.
4. *Холщевников В.В., Самошин Д.А., Галушка Н.Н.* Обзор компьютерных программ моделирования эвакуации зданий и сооружений // *Пожаровзрывобезопасность* – 2002. Т 11. № 5. С. 40-49.
5. *Самошин Д.А.* Современные программные комплексы для моделирования процесса эвакуации // *Пожарная безопасность в строительстве* – 2011. № 1. С. 62–65.
6. *Karkin, I.N. Parfenenko A.P.* Flowtech VD Computer-simulation method from evacuation calculation // International Scientific and Technical Conference Emergency evacuation of people from buildings. – Warsaw – 2011. pp.111-118.
7. *Корольченко Д.А., Холщевников В.В.* Дифференциация концепции системного подхода к анализу городской среды // *Пожаровзрывобезопасность*. 2015. Т. 24. № 7. С. 44-51.
8. *Korolchenko D., Kholshchevnikov V.* Conceptual problems of high-rise construction and differentiation of research within the urban environment system. MATEC Web of Conferences, 2017, vol. 106, article number 01038, 12 p. DOI: 10.1051/matecconf/201710601038.

ПОВЫШЕНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ КЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Прогресс в строительной отрасли не стоит на месте: ведётся активная разработка новых материалов, модификация уже существующих материалов, внедрение принципиально новых инженерных решений. Тренд на защиту окружающей среды отразился и в строительстве. Все чаще проектировщики наравне с традиционными для массового строительства материалами (железобетон, сталь) используют природные материалы (древесина). В Австрии, Великобритании и Германии строятся высотные здания, несущими элементами являются клеёные деревянные конструкции. Помимо того, что этот материал считается экологическим, он обладает высокими декоративными свойствами. Так же у древесины присутствует ряд отрицательных свойств: гигроскопичность, подверженность грибковым поражением и повышенная пожарная опасность, что значительно сужает область применения этого материала. Для решения последней проблемы используют различные огнезащитные покрытия. В данной работе будет проведен сравнительный анализ влияния огнезащитного лака на клееную и цельную древесину.

Основной задачей при снижении пожарной опасности деревянных конструкций является увеличение времени с момента начала огневой нагрузки до воспламенения, следствием чего значительно снижается скорость распространения пламени по поверхности. Это происходит за счет нанесения на поверхность материала составов, содержащих антипирены. Одним из таких составов является огнезащитный лак. В отличие от огнезащитных красок и обмазок, лак не влияет на декоративные свойства материала, при этом обеспечивает защиту от влаги и огневого воздействия. При взаимодействии защищенной поверхности с источником пламени происходит образование коксового слоя, который повышает теплоемкость материала, что оказывает влияние на прогрев конструкции и как следствие увеличивает время воспламенения.

Так как в данной работе рассматривается поведение не стержневой коленной деревянной конструкции, а образца материала малых размеров, то испытания будут проводить по ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. Этот метод заключается в определении параметров воспламеняемости материала в стандартных уровнях воздействия лучистого теплового потока и пламени на поверхность образца. Плотность лучистого теплового потока находится в

диапазоне от 10 до 50 кВт/м². Начальная плотность лучистого теплового потока при испытании (ППТП) равна 30 кВт/м².

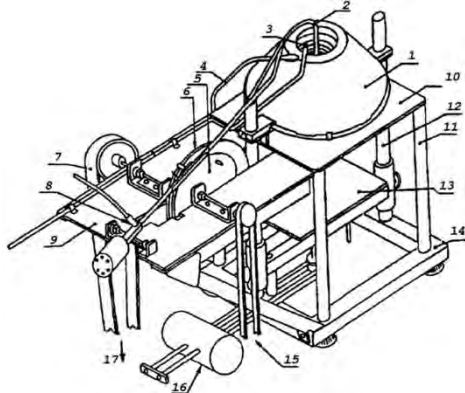


Рис. 1. Установка для испытаний по ГОСТ 30402-96

Согласно методике для получения достоверных результатов требуется 15 образцов, квадратной формы, длина стороны 165 мм, отклонение минус 5 мм. Толщина образцов не должна превышать 70 мм. При различных величинах ППТП испытания проводятся на трех образцах. Перед началом испытания образцы кондиционируют до достижения ими постоянной массы при температуре $23\pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $50\pm 5\%$. Установка для испытаний показана на рис. 1.

Для испытания конструкции используют методику из ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования. Этот метод состоит в установлении временного промежутка от начала теплового воздействия на конструкцию до наступления одного из предельных состояний по огнестойкости.

Образцы для испытаний конструкций должны соответствовать проектным размерам.

В случае, если образцы проектных размеров невозможно испытать, их размеры и проемы печей должны обеспечить условия теплового воздействия на образец, регламентируемые стандартами на методы испытаний огнестойкости конструкций конкретных типов.

Глубина огневой камеры должна превышать 0,8 м.

Влажность образца должна соответствовать условиям эксплуатации конструкции и быть динамически уравновешенной с окружающей средой с относительной влажностью $(60\pm 15)\%$ при температуре $(20\pm 10)^\circ\text{C}$.

Для подготовки образца к испытаниям применяется естественная или искусственная сушка при температуре воздуха не более 60°C .

Для испытания конструкции изготавливают два одинаковых образца.

Исследование на образцах критической поверхностной плотности теплового потока дает возможность определить значение критической поверхностной плотности теплового потока при моделировании оценки огнестойкости строительных конструкций при крупномасштабном исследовании. Заведомо зная границы этих значений, можно провести натуральное крупномасштабное исследование, задав графически для установок критическую поверхностную плотность теплового потока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Арцибашева О.В., Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б.* Современные тенденции в области огнезащиты деревянных зданий и сооружений // Известия ЮФУ. Технические науки – 2013. № 8 (145). С. 178-196.
2. *Корольченко Д.А., Азатян В.В., Горшков В.И., Шебеко Ю.Н., Навценя В.Ю., Яшин В.Я.* Основные факторы, определяющие воздействие газоаэрозольных огнетушащих составов на процессы горения // Пожаровзрывобезопасность. 1997. Т. 6. № 4. С. 3-6.
3. *Korolchenko D.A., Sharovarnikov A.F.* Heat balance of extinguishing process of flammable liquid by sprayed water // Advanced Materials Research. 2015. Т. 1070-1072. С. 1794-1798.
4. *Гращенко Н.А., Бельцова Т.Г.* Способы огнезащиты клеелесных конструкций // Пожаровзрывобезопасность – 2005. Т. 14. № 25. С. 34-36.
5. *Хачанов И.Р.* Особенности пожарной безопасности зданий из деревянных конструкций // Чрезвычайные ситуации: предупреждения и ликвидации – 2016. С. 9-19.
6. *Лукьянов А.М., Корольченко Д.А., Агапов А.Г.* О пожароопасности древесины при возведении мостов // Мир транспорта. – 2012. – № 4(42). – С.158-162.
7. *Орлов Г.Г., Корольченко Д.А., Ляпин А.В.* Оптимизация требований к конструктивным и объемно-планировочным решениям при проектировании зданий и сооружений для взрывоопасных производств // Пожаровзрывобезопасность. – 2014. – № 11. – С.67-74
8. *Аракелова Д.А., Ким А.А.* Современные методы деревянного строительства в России и за рубежом // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ – 2017. Т.2. С. 17-23.

О ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИИ КОНСТРУКЦИИ

В последние годы участились случаи взрыва газа в жилых зданиях и на промышленных предприятиях. Эти аварии приводят к большому числу погибших и значительным экономическим потерям. Как правило причиной взрывов являются неправильная эксплуатация газового оборудования и его неисправность. Последствия взрыва определяются силой избыточного давления, возникающего во время аварии.

В начальной стадии взрыв представляет собой квазистатический процесс, т.е. давление во всех точках пространства одинаковое и изменяется с течением времени. Начальную стадию взрыва можно рассмотреть с помощью эксперимента в малой камере, который показан на рис.1.

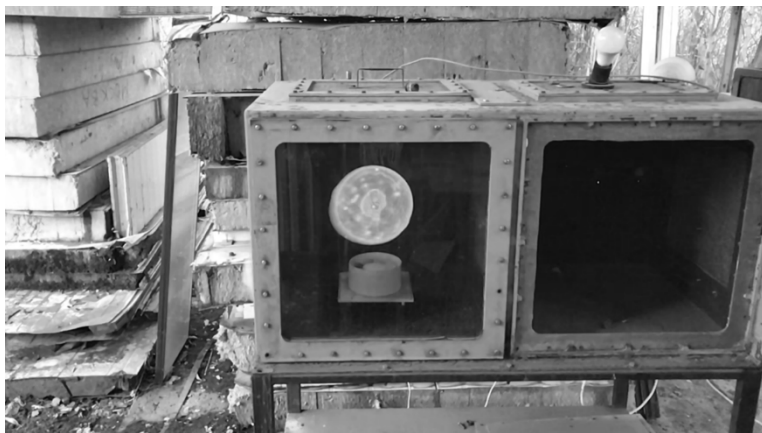


Рис. 1. Начальная стадия взрыва

Для минимизации последствий взрыва помещения оборудуются различными предохранительными конструкциями, которые обеспечивают снижение давления в помещении, чем снижают разрушительную нагрузку на несущие конструкции здания.

График зависимости избыточного давления от времени представлен на рис.2.

После вскрытия предохранительной конструкции в помещении заметно снижается давление. После чего наступает второй пик взрыва.

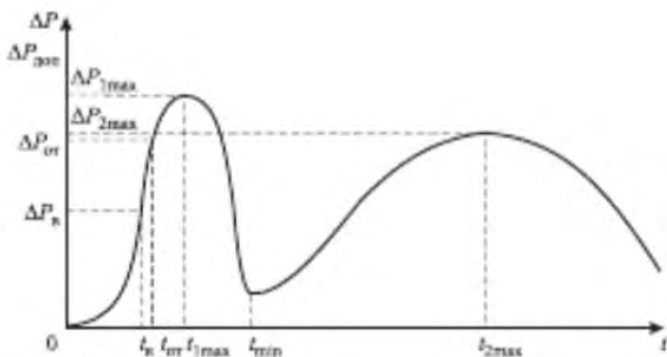


Рис. 2. График зависимости давления от времени

Движение предохранительной конструкции в начале взрыва описывается выражением:

$$\bar{X} = \frac{B}{4} \left[\frac{(1 + \theta)^5}{5} - \theta - \frac{1}{5} \right]$$

$$B = \frac{\Delta P_B^{5/3} \cdot V_0^{2/3}}{\rho_n \cdot X_0 \cdot U_T^2 \cdot P_0^{2/3} \left[\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \gamma \cdot (\sigma - 1) \sigma^2 \right]^{2/3}}$$

Наиболее важно, чтобы параметр «В» был равен и на натурном и на модельном взрывах, т.к. именно он отвечает за степень расширения продуктов горения, плотности и по нему легко подобрать значение скорости горения.

Для проведения эксперимента нужно подобрать давление вскрытия так, чтобы оно было одинаковым как на модели так и на натурном объекте.

Рассмотрим взрывы в малой $V_1 = 125$ л и большой $V_2 = 10$ м³ камерах.

Масштабное моделирование взрыва позволяет исследовать параметры натурального взрыва, необходимые для проектирования предохранительных конструкций в здании.

1. Площадь проема в камере V_1 :

$$S = 0,5 \cdot \left(\frac{0,125}{100} \right)^{2/3} = 0,02693 \text{ м}^2$$

2. Периметр проема на камере V_1 :

$$П = 2 \cdot (0,6 + 0,833) \cdot \left(\frac{0,125}{100}\right)^{1/3} = 0,665 \text{ м}$$

3. Глубина заделки ПК в проеме камеры V_1 :

$$X = 0,15 \cdot \left(\frac{0,125}{100}\right)^{1/3} = 0,0348 \text{ м}$$

4. Плотность и масса модельной ПК:

$$\rho = 25 \cdot 0,0232 = 5,8 \text{ кг/м}^3$$

$$M = 5,8 \cdot 0,02693 = 156,2 \text{ грамм}$$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *V. A. GOREV* Scale model operation of formation of pressure at internal explosion // Modelling and Methods of Structural Analysis – 2019.
2. *Korolchenko, D., Pizhurin, A.,* Simulating operational control of production in lumber house building businesses S.Jemiolo et al.,eds. MATEC Web of Conferences, 2017, 117, p.00084. DOI: 10.1051/mateconf/201711700084.
3. *Горев В.А., Мольков В.В.* О зависимости параметров внутреннего взрыва от устройства предохранительных конструкций в проемах ограждающих стен промышленных и жилых зданий // Пожаровзрывобезопасность – 2018. Т.27. № 10. С. 6-25.
4. *Орлов Г.Г., Горев В.А., Сальмова Е.Ю., Ляпин А.В.* Оценка влияния глухого остекления на величину давления, возникающего при взрыве газоздушнoй смеси // Научное обозрение – 2015. № 21. С. 66-71.
5. *Горев В.А., Медведев Г.М.* Влияние формы облака и места инициирования взрыва на характер взрывной волны // Пожаровзрывобезопасность – 2012. Т. 21. № 6. С. 29-33.
6. *Горев В.А., Сальмова Е.Ю.* Использование сэндвич-панелей в качестве эффективных легкосбрасываемых конструкций при внутренних взрывах в промышленных зданиях // Пожаровзрывобезопасность – 2010. Т. 19. № 2. С.41-44.

СЕКЦИЯ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Студентка 4 курса 35 группы ИСА Баранова Е.А.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. Л.Н. Лисиенкова

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИТ (LEMENT PRO)

В настоящее время контроль качества строительно-монтажных работ очень важен для строительного производства.

Контроль качества помогает соблюдать производственную и технологическую дисциплину на объекте, своевременно выявить, устранить и предупредить появление дефектов, брака и нарушений правил производства работ, а также причин их возникновения.

В процессе строительства или реконструкции объектов производится контроль, который необходим для подтверждения соответствия работ, изделий конструкций, применяемых материалов действующей нормативной документации. Также используется для предупреждения отступлений от проектной документации, действующих технических условий и регламентов [1].

В наши дни уровень конкуренции между строительными организациями постоянно растет. Для повышения своей конкурентоспособности организации применяют вместо бумажных носителей и выполненных вручную чертежей автоматизированные системы проектирования и составления смет. Это позволяет снизить расходы на выполнение чертежей, составления смет и сократить затраты на оплату труда работников. Также это помогает свести к минимуму время выполнения работ, что позволяет намного быстрее производить проектирование и строительство объектов [2].

Для этого служат информационные технологии. Они помогают заказчику и проектировщику выполнять работы от принятия идеи до создания самого проекта, визуализации объектов строительства [3].

Для реализации информационных технологий в строительстве используют системы автоматизированного проектирования. Популярные программы для выполнения таких задач:

- SCAD Office;
- ArchiCAD;
- AutoCAD;
- ПК ЛИРА;
- КОМПАС;

— SolidWorks и другие [4].

Данные программы помогают произвести сложнейшие расчеты, визуализировать объекты, чтобы понять какие нагрузки будут влиять на здание и каким образом.

В своем исследовании я рассматривала программу Lement Pro.

Lement Pro- система, которая помогает при производстве строительного-монтажных работ с легкостью контролировать их выполнение.

При определении дефекта на объекте инспектора строительного контроля могут легко зафиксировать, зарегистрировать нарушения и автоматически сформировать предписания для заказчика.

Программа Lement Pro очень быстрый и просто способ контроля нарушений. В ней очень удобная панель управления, которая помогает без проблем и сложных операций зафиксировать нарушение.

На панели управления есть кнопка «Зарегистрировать нарушение», после ее нажатия появится окно под названием «Регистрация дефекта», в нем необходимо указать тип, название места на котором найден дефект, сам объект и срок устранения, также можно прикрепить фотографию нарушения.

В программе после регистрации дефекта необходимо зарегистрировать нарушение. В разделе «Документы» автоматически создается предписание подрядчику/заказчику о регистрации и устранения нарушения. Также система может автоматически составлять предписания по всем зарегистрированным нарушениям в определенный срок и отправлять их на подпись уполномоченным лицам.

Система Lement Pro помогает строительным компаниям в поиске и регистрации нарушений, подрядчику теперь не нужно выезжать на объект и регистрировать нарушение, ведь все можно сделать в данной программе, что позволяет снизить затраты на транспортировку и время выполнения работ.

К достоинствам Lement Pro можно отнести:

- Возможность визуализации на основе BIM-модели;
- Легкий доступ к выполнению работ и регистрации нарушений на объекте без присутствия подрядчика;
- Быстрый обмен информацией на этапе строительства - минимизация использования телефонных звонков, обмена информации по почте и совещаний;
- Выпуск исполнительной документации - возможность автоматизации процессов с необходимыми условиями и данными выгрузки;
- Формирование отчетов по любым срезам этапов строительства;

- Предоставление инструмента для анализа информации о строительном объекте, о ходе работы для руководителей, подрядчиков, информационных центров и для использования непосредственно на объекте;
- Повышение качества контроля исполнения поручений;
- Сокращение издержек компании и оптимизация бизнес-процессов;
- Совершенствование и при необходимости разработка внутренних бизнес-процессов для снижения издержек, вследствие получения неактуальной информации [6].

Таким образом, с применением системы LEMENT PRO заказчик/подрядчик может удостовериться в качественном выполнении работ и в добросовестной регистрации нарушений. Ведь если нарушение не будет выявлено и зарегистрировано, то это может привести к последствиям от трещин в конструкциях до обрушения зданий [5].

Также система LEMENT PRO помогает выявить заказчику нарушения заявленных сроков выполнения работ, качества строительных материалов и соответствие реальной смете расходов на строительство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рахимов Р.З.* Приоритетные направления развития промышленности строительных материалов // Известия КГАСУ – 2005. № 1 (3). С. 68-73.
2. *Топчий Д.В., Токарский А.Я.* Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Журнал Вестник Евразийской науки – 2019. № 3. С. 49.
3. *Байбурин А.Х., Вайсман С.М.* Разработка организационно-технологических решений в строительстве с использованием технологий информационного моделирования // Журнал Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура – 2016. № 4. С. 21-28.
4. *Грахов В.П., Кислякова Ю.Г., Симакова У.Ф., Мушаков Д.А.* Развитие системы контроля за ходом строительно-монтажных работ на основе комплексного применения программных продуктов PRIMAVERA P6 PROFESSIONAL R8.3.2 И ARCHICAD 17.0.0 // Журнал Наука и техника – 2017. № 6. С. 466-474.
5. *Волгушева А.А.* Строительный контроль // Журнал Строительный контроль – 2018. С. 5.

*Студентка 4 курса 35 группы ИСА Быстрова К.М.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.
О.Г. Мухамеджанова*

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ ВЕРИФИКАЦИИ И ВАЛИДАЦИИ МЕТОДА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТОКСИЧНОСТИ

Из-за стремительного развития научно-технического прогресса продукция приобретает все новые свойства, которые могут нести опасность для окружающей среды и человека в виде токсического воздействия, вследствие чего возникает необходимость в гарантии достоверности результатов и методик измерения показателей токсичности. Так, согласно [1], испытательная лаборатория обязана провести процедуры верификации и валидации, подтверждающие пригодность методики. Поэтому цель исследования: провести верификацию и валидацию метода по определению токсичности строительных материалов по ГОСТ 12.1.044.

Актуальность работы заключается в том, что разработанные программы по верификации и валидации в полной мере подтверждают компетентность испытательной лаборатории ИКБС в проведении испытаний по определению токсичности строительных материалов.

В соответствии с целью поставлены следующие задачи:

- 1) составить программу испытаний на токсичность по ГОСТ 12.1.044-2018 для его дальнейшей верификации;
- 2) составить программу испытаний на токсичность по ГОСТ 12.1.044-89 для его валидации;
- 3) провести необходимые испытания для составления протоколов;
- 4) сравнить протоколы испытаний и сделать вывод.

Характеристику показателя токсичности дает стандарт [2], в котором указано, что показатель токсичности продуктов горения (H_{cl50}) - отношение количества материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50% подопытных животных.

Полученные значения применяют для сравнения материалов по их токсическому воздействию на живые организмы и классифицируют по специальной таблице на чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренноопасные и малоопасные. На данный момент существует два стандарта по определению показателя токсичности: 1989 года (актуальный) [3] и 2018 года (действие приостановлено) [2].

В случае, когда в лабораторию внедряются аттестованные методики с установленными характеристиками испытаний, то требуется подтверждение правильности применения методики в конкретной лаборатории,

которое обеспечивает требуемое исполнение, то есть необходимо применить процедуру верификации. Однако испытательная лаборатория не всегда может опереться на стандартные методики измерений, так как активно вводятся новые подходы к испытаниям, что не всегда сопровождается своевременным переизданием стандартных методик. В свою очередь это приводит к необходимости в разработке лабораторией собственных методик или модификации стандартных. Согласно [1] испытательная лаборатория до внедрения методики в работу должна установить ее характеристики, то есть провести процедуру валидации и доказать, что модифицированная методика отвечает потребностям области применения.

С момента вступления стандарта [2] в силу испытательная лаборатория (ИЛ ИКБС МГСУ) внедрила методику определения показателя токсичности согласно данному стандарту, устанавливающему экспериментально-расчетный и биологический методы. Так как методика имеет установленные характеристики, возникла необходимость в процедуре ее верификации для подтверждения компетентности ИЛ ИКБС в данных испытаниях.

Для верификации были проведены внутри лабораторные испытания двумя лаборантами для проверки условий повторяемости. В соответствии с п.13.7.3 [2] сходимость метода при доверительной вероятности 95% не должна превышать по выходу СО (мг/г) - 15%. По данным расчета предел повторяемости по выходу СО составил 2%. Анализ результатов показал, что предел повторяемости метода экспериментального определения показателя токсичности продуктов горения полимерных материалов, реализуемого лабораторией ИЛ ИКБС соответствует норме, т.к. сходимость метода по выходу СО составляет 2%, при норме не более 15% с доверительной вероятностью 95%.

21.10.2019 приказом был ограничен срок действия стандарта 2018 года [2] до 01.05.2021. На время ограничения необходимо пользоваться стандартом 1989 года [3].

Посредством сравнения двух алгоритмов по разным методикам проведения испытаний было выявлено, что в стандарте 2018 года отсутствует пункт измерения содержания карбоксигемоглобина в крови подопытных животных. Принято решение модифицировать стандартную методику определения показателя токсичности в части анализа крови животных, исключив данный пункт, так как: анализ крови не влияет на результаты испытаний и экономически невыгоден для ИЛ ИКБС.

Для валидации модифицированной методики были проведены внутри лабораторные испытания двумя лаборантами по измененной методике. После анализа результатов проведено сравнение двух протоколов, полученных по модифицированной методике [3] с результатами

протоколов по верифицированной методике [2], которое показало, что результаты протоколов идентичны и соответствуют норме.

Заключение

Выявлено, что существует два стандарта, содержащие методики определения показателя токсичности. На момент действия [2] была необходима верификация методики, после его отмены заново введен [3]. Проведена процедура верификации методики испытаний на токсичность по ГОСТ [2], на основании которой сделан вывод, что ИЛ ИКБС МГСУ располагает аттестованным оборудованием, материалами, персоналом и др., и может применять метод экспериментального определения показателя токсичности полимерных материалов, обеспечивая требуемое исполнение. Проведена процедура валидации модифицированной методики, которая доказала, что анализ крови на содержание карбоксигемоглобина не влияет на результаты испытаний и может быть исключен из методики определения показателя токсичности полимерных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
2. ГОСТ 12.1.044-2018. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
3. ГОСТ 12.1.044-89. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
4. *Иличкин В.С.* Методические основы экспериментально-расчетного определения показателя токсичности продуктов горения материалов // Пожаровзрывоопасность – 2004. С. 4-6.
5. *Иличкин В.С., Смирнов Н.В., Елисеев Ю.Н., Белоусов Ю.Ю., Зайцев А.А., Комова М.А.* Определение показателя токсичности продуктов горения материалов экспериментально-расчетным методом // Пожаровзрывобезопасность – 2005. С. 29-34.
6. *Трушкин Д.В.* Рекомендации по проведению испытаний строительных материалов на пожарную опасность // Пожаровзрывобезопасность – 2004. С. 1-5.
7. *Алексеев Т.С.* Определение показателей пожарной опасности строительных материалов // Пожарное дело – 2002. С. 34.
8. *Трушкин Д.В.* Основные направления дальнейшего совершенствования метода экспериментального определения показателя токсичности // Пожаровзрывобезопасность – 2001. Т. 10. № 3. С. 3.

*Студентка 2 курса 34 группы ИСА Королева О.Н. ,
Студент 2 курса 34 группы ИСА Яцына Ю.О.
Научный руководитель – старш. преп. Н.А. Виноградова*

ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К МАШИНАМ СТРОИТЕЛЬНЫМ

Сваебойное оборудование является неотъемлемой частью дорожно-строительных работ. Начало строительства любого жилого здания, моста или промышленного сооружения, а также оформление трасс защитными барьерами и шумоизолирующими экранами, ограждениями пешеходных переходов и дорожными знаками начинается с работы сваебойной техники [1].

Опоры дорожных барьеров, дорожных знаков, металлических ограждений, отделяющие проезжую часть от тротуаров в жилых зонах, а также опоры других дорожных сооружений выполняют несущую функцию и отвечают за прочность всей конструкции [2].

Опора устанавливается различными способами. Один из наиболее распространенных – забивание опор в грунт. Для выполнения этого процесса чаще всего используют сваебойные установки – копры.

Сваебойное оборудование получило широкое распространение во второй половине двадцатого века и благодаря своему появлению произвело существенные изменения в строительстве. До его появления забивание опор на глубину десять-двенадцать метров для строительства фундаментов в местах с сыпучими грунтами было почти невозможно. Опоры, забитые в землю сваебойной машиной, значительно уплотняют грунт вокруг и внутри свайного поля. Это позволяет возводить крупные гражданские и промышленные объекты на слабых грунтах. В основном сваебойное оборудование устанавливает железобетонные и металлические сваи [3].

По виду источника подводимой энергии молоты сваебойного оборудования классифицируются на: механические, гидравлические, паровоздушные, дизельные.

На сегодняшний день наиболее часто применяются гидравлические и дизельные свайные молоты. Гидравлические мощнее и массивней, чем дизельные. Они устанавливаются на тяжелую копровую установку и используются при строительстве высотных или массивных, занимающих большие площади, строений, при застройке крупных жилых районов и т.д.

Основным нормативным документом, регламентирующим требования к сваебойному оборудованию, является Технический регламент «О безопасности машин и оборудования». Данный документ действует на

территории пяти стран – Российской Федерации, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Армении и Кыргызской Республики. Основная цель Технического Регламента – обеспечение безопасности жизни и здоровья потребителей. Документ был утвержден комиссией Таможенного союза 18 октября 2011 года и распространяет своё действие на машины и оборудование, выпускаемые на территории стран-участниц Таможенного соглашения.

В документе установлены требования к безопасности машин и оборудования при их проектировании, производстве, наладке, монтаже, эксплуатации, хранении, перевозке, реализации и утилизации. Сваебойное оборудование подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям Технического регламента Таможенного Союза в форме декларирования соответствия [4]. Порядок проведения декларирования соответствия, а также схемы декларирования приведены в данном документе.

Требования безопасности на сваебойное оборудование установлены в ГОСТ 31551-2012 «Оборудование сваебойное. Общие требования безопасности». Стандарт устанавливает требования безопасности сваебойного оборудования, используемого при устройстве фундаментов и подпорных стенок с помощью свай или других стержневых элементов, а также для их извлечения [5]. В нём указаны требования безопасности при эксплуатации свайных молотов, требования, предъявляемые к основным элементам конструкции, контроль выполнения техники безопасности на строительной площадке, правила эксплуатации, указания по транспортировке оборудования.

Шумовые характеристики сваебойного оборудования измеряются шумомером. Методы измерения проводят по ГОСТ 12.2.026. Проблема шума и борьба с ним являются одной из основных проблем, связанных со сваебойным оборудованием. В результате исследований было выявлено, что наибольший шум исходит от оборудования и инструментов ударного действия (дизель-молоты, вибромолоты, копры, вибропогружатели, отбойные молотки) [6]. Во время работы свайного копра с молотом на расстоянии 15 м от него максимальный уровень звукового давления составляет 100 дБ и больше [5, 7].

Одним из наиболее эффективных направлений в снижении уровня шума является использование в производстве работ "бесшумных" технологических процессов, таких, как опускные, буроопускные или бурозабивные способы устройства свай, использование электроскопического или электрогидравлического погружения свай и других способов.

Современное сваебойное оборудование позволяет выполнить ввод свайных элементов с помощью ряда технологий, каждая из которых обладает своими преимуществами и ограничениями.



Рис.1. Сваявдавливающая машина Sunward 320

Для работы в условиях города наиболее выгодным и безопасным является применение безрезонансных вибропогружателей и сваявдавливающих машин, оборудования нового поколения, позволяющего свести к нулю шумовой фон и вредное воздействие на окружающие постройки. В сфере промышленного строительства, а также на площадках с проблемными грунтами оптимальным вариантом является применение мощной сваебойной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булатов Г.Я. К теории производительности строительных машин // Сборник «Труды СПбГТУ» №502 (К 100-летию инженерно-строительного факультета). СПб.: Изд-во СПбГПУ – 2007. С. 129-138.
2. Штефан С. Профессиональное бурение // СТТ: Строительная техника и технологии – 2015. № 6 (114). С. 32-39.
3. Булатов Г.Я. Обобщенные критерии оптимального выбора технологий и машин // Инженерностроительный журнал – 2009. № 1. С. 32-39.
4. ТР ТС 010/2011 Технический регламент «О безопасности машин и оборудования».
5. ГОСТ 31551-2012 «Оборудование сваебойное. Общие требования безопасности».
6. Чернюк В.П., Ивасюк П.П., Ребров Г.Е. Снижение шума при работе сваебойного оборудования // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции – 2016. С. 334-343.
7. Жусупбеков А.Ж., Омаров А.Р., Лукманов Р.Е., Жукенова Г.А., Таньырбергенова Г.К. Анализ влияния забивки свай на существующий фундамент (вибромониторинг) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура – 2016. Т. 7. № 1. С. 131-138.

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

Объекты культурного наследия (ОКН) – объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, произведениями живописи, скульптуры, декоративно-прикладного искусства, объектами науки и техники и иными предметами материальной культуры, возникшие в результате исторических событий, представляющие собой ценность с точки зрения истории, археологии, архитектуры, градостроительства, искусства, науки и техники, эстетики, этнологии или антропологии, социальной культуры и являющиеся свидетельством эпох и цивилизаций, подлинными источниками информации о зарождении и развитии культуры [1].

Несмотря на то, что объекты культурного наследия обладают особой ценностью, большая часть данного сегмента находится в неудовлетворительном состоянии и требует реставрации. Причина этому – нехватка средств на реставрационные работы в государственном бюджете. Таким образом, органы гос. власти стремятся в наиболее короткий промежуток времени передать в собственность (продать) объекты культурного наследия инвесторам, либо передать их в долгосрочную аренду (обычно на 49 лет) по льготной ставке, так как это единственный способ отреставрировать данные объекты, сохранить их нематериальную ценность [2].

Как следствие, объекты культурного наследия оказываются вовлеченными в рыночный оборот. При продаже, страховании, приватизации, залоге в банке требуется оценка данных объектов.

Стоимость объекта культурного наследия складывается из нескольких факторов:

- стоимости земельного участка, расположенного под объектом культурного наследия;
- стоимости самого здания с учетом инженерно-технического (физического, внешнего) износа;
- нематериальных ценообразующих факторов: престижность, историческая, культурная и архитектурная значимость, формирование сервитутов [4].

Использование стандартных подходов к оценке памятников культурного наследия невозможно, так как данные подходы не учитывают нема-

териальной ценности данных объектов. Рассмотрим применимость установленных подходов в оценочной деятельности для оценки объектов культурного наследия:

1. Затратный подход – способ расчета стоимости объекта недвижимого имущества путем определения издержек на создание аналогичного нового объекта, учитывающий фактический физический, внешний и функциональный износ здания [3]. Данный подход в классической трактовке неприменим для объектов культурного наследия, так как он учитывает только физические, материальные характеристики здания, игнорируя нематериальные факторы. Также в данном подходе физический износ здания определяется методом нормативного срока жизни, т.е. чем «старее» здание, тем дешевле оно будет стоить. Но, как известно, объекты культурного наследия имеют историческую ценность, тем самым, данный подход будет искажать стоимость объекта в меньшую сторону. Еще одним затрудняющим фактором в определении стоимости объекта культурного наследия является сложность с определением затрат на строительство аналогичного объекта. На данный момент отсутствуют какие-либо справочники с укрупненными показателями строительства объектов культурного наследия, так как каждый объект культурного наследия весьма уникален и объединить их по конструктивным показателям проблематично. Строительные технологии, использовавшиеся во время строительства объекта культурного наследия, не являются типовыми решениями в современном мире.

2. Сравнительный подход заключается в том, чтобы определить стоимость объекта в сравнении с ценой продажи аналогичных объектов [3].

Основная проблема классической трактовки данного подхода к оценке объектов культурного наследия заключается в отсутствии рынка продажи данных объектов, что в большинстве случаев заставляет оценщика отказаться от применения данного подхода.

Применение сравнительного подхода было бы возможно при разработке относительных корректировочных коэффициентов, которые учитывали бы нематериальные ценообразующие факторы, такие как: престижность, культурная и архитектурная значимость, ограничения на изменение планировки и внешнего облика и пр.

В настоящее время методических материалов, включающих в себя значения данных коэффициентов, не представлено.

3. Доходный подход применим только для доходоприносящей недвижимости, основан на принципе о том, что стоимость объекта связана с будущими доходами, которые принесет данный объект [3]. Основная сложность в применении данного подхода – это учет затрат на реставрацию объекта культурного наследия для приведения его в наиболее эф-

фективное использование, а также определение доходов, которые способен приносить данный объект после реставрации. Так как объекты культурного наследия имеют определенные ценообразующие факторы, то определение арендных ставок также носит проблематичный характер.

Таким образом, в результате анализа, приведенного выше, были выделены следующие проблемы:

- невозможность использования классических подходов к оценке;
- отсутствие единой методологии по оценке ОКН;
- отсутствие относительных корректировочных коэффициентов, позволяющих учитывать нематериальные факторы ОКН;
- ограниченность на рынке предложений о продаже ОКН;

Исходя из вышеизложенных выводов, необходимо разработать единую методологию, которая включала бы классические подходы оценки недвижимого имущества и учитывала нематериальную ценность объектов культурного наследия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и архитектуры) народов Российской Федерации» №73-ФЗ от 29.06.2002 г.
2. *Мастеница Е.Н.* Культурное наследие в современном мире: Концептуализация понятия и проблематики. Сб. статей // С.-Петербург. Гос. Ун-т культуры и искусств. - СПб: СПбГУКИ – 2008. С. 252-262.
3. *Серякова В.А., Федулов А.А.* Оценка объектов культурного наследия // Имущественные отношения в Российской Федерации – 2016. №2 (173). С. 51-62.
4. *Грибовский С.В.* Оценка рыночной стоимости объектов культурного наследия с использованием затратного подхода // Имущественные отношения в Российской Федерации – 2016. № 3 (174). С. 16-23.
5. *Цацулин А.Н., Афансьева Р.Р.* Проблемные вопросы оценки стоимости памятников истории и архитектуры // Управленческое консультирование – 2017. № 7. С. 127-142.
6. *Яскевич Е.Е.* Теория и практика оценки зданий – памятников культурного наследия // Имущественные отношения в Российской Федерации – 2009. №6 (93). С. 70-88.
7. *Луков А.В.* Комплексная оценка зданий-памятников истории и культуры на рынке недвижимости. Научно-учебное издание/ Владимира И.Л., Холщевников В.В.: - М.: Издательство АСВ – 2006. С. 120-180.

*Студентка 4 курса 35 группы ИСА Хмарук Е.В.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.
О.Г. Мухамеджанова*

ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО МЫШЛЕНИЯ В ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Риск-ориентированное мышление в деятельность испытательной лаборатории внедряется для исключения несоответствий и повышения результативности системы менеджмента качества. Кроме того, для прохождения процедуры подтверждения компетентности испытательной лаборатории необходимо разработать систему управления рисками и возможностями.

Поэтому целью работы является разработка методики оценки рисков в испытательной лаборатории.

В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить литературу, связанную с рисками в деятельности организаций и испытательной лаборатории.
- 2) проанализировать изменение критериев аккредитации в соответствии с риск-ориентированным мышлением.
- 3) рассмотреть алгоритм оценки рисков.
- 4) изучить методику оценки значимости рисков в испытательной лаборатории.

Внедрение концепции риск-ориентированного мышления в деятельность организации впервые была отражена в ГОСТ Р ИСО 9001-2015 [1]. В соответствии с этим стандартом концепция риск-ориентированного мышления подразумевалась в выполнении предупреждающих действий, направленных на исключение потенциальных несоответствий, анализ любых несоответствий, которые возникают, и в принятии мер по предотвращению их повторения, соответствующих последствиям несоответствия [3-4].

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 [2] процесс оценки риска состоит из 4 этапов:

- этап идентификации риска – это процесс определения элементов риска, составления их перечня и описания каждого из элементов риска;
- этап анализа риска включает в себя анализ и исследование информации о риске;
- этап сравнительной оценки риска состоит из сопоставления уровня риска с критериями риска, установленными при определении области применения менеджмента риска. На данном этапе определяется тип риска и его значимость.

- этап оценки и обработки риска.

Для оценки значимости необходимо сначала идентифицировать опасное событие, дать ему краткое описание, определить возможные последствия опасных событий и выбрать метод управления рисками. Ответственным за данные мероприятия выступает начальник испытательной лаборатории. Затем происходит оценка уровня значимости экспертным методом [5].

Уровень значимости разделяется на ранги:

1. Серьезный риск (С) – требуется действие.
2. Умеренный риск (У) – нужны действия при наличии технической и финансовой возможности.
3. Низкий риск (Н) – действий не требуется.

После этого составляется матрица определения значимости риска (табл.1) и шкала оценки уровня вероятности риска (табл.2).

Таблица 1

Матрица определения риска

Виды событий по частоте	Уровни тяжести ущерба				
	Пренебрежит. (П)	Незначит. (НЗ)	Значит. (З)	Критич. (КР)	Катастроф. (К)
Частое (Ч)	У	С	С	С	С
Возможное (В)	У	У	С	С	С
Эпизодическое (Э)	Н	У	У	С	С
Маловероятное (МВ)	Н	Н	У	У	С
Невероятное (НВ)	Н	Н	Н	У	У

Таблица 2

Шкала оценки уровня вероятности риска

Периодичность возникновения	Описание частоты вероятности
Частое	Очень высокий частое возникающий риск
Возможное	Будет наблюдаться несколько раз в период проведения испытаний
Эпизодическое	Возможно одно наблюдение данного события в период проведения испытаний

По результатам анализа принимается решение о допустимости риска для каждой опасности, идентифицированной для испытательной лаборатории. Уровень риска определяется экспертным путем и фиксируется в соответствующей ячейке матрицы анализа риска. В зависимости от тяжести последствий и установленного коэффициента значимости риска определяется уровень мероприятий по контролю, снижению или устранению риска, путем выбора стратегии его управления [6-8].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска».
3. *Копылова Е.В., Каграманян А.Ш.* Управление рисками в испытательных лабораториях по требованиям стандарта ISO/IEC 17025 // В сборнике: Российская научно-техническая конференция с международным участием. Информатика и технологии. Инновационные технологии в промышленности и информатике. Сборник докладов конференции – 2019. С. 509-514.
4. *Гусарова С.Н., Ерохина Ю.М., Кузьмичева О.В.* Применение риск-ориентированного мышления в испытательных лабораториях // Заводская лаборатория. Диагностика материалов – 2019. Т. 85. № 8. С. 70-78.
5. *Мухамеджанова О.Г., Тюменев Ю.Я., Харичкова Е.В., Боровкова А.Е.* Методика оценки риска в области охраны труда на примере строительно-ремонтной сервисной организации // Промышленный сервис – 2018. № 3 (68). С. 35-40.
6. *Шуняева С.В.* Применение риск-ориентированного подхода для процесса в испытательной лаборатории // В сборнике: Современная экономика сборник статей XIV Международной научной конференции – 2017. С. 28-31.
7. *Болдырев И.В., Селиванова Т.Я., Шевелева В.И.* Управление рисками и возможностями в испытательной лаборатории // Контроль качества продукции – 2018. № 12. С. 4-12.
8. *Сотин В.Ф., Максимова Е.Е.* Контроль и управление риска получения недостоверных результатов испытательной лаборатории // Вестник Технологического университета – 2017. Т. 20. № 12. С. 104-106.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ТЕМЕ: «ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ ПОКРЫТИЙ»

В данной статье мы разберёмся: что такое легкобрасываемая конструкция (ЛСК), какие виды ЛСК существуют, и в каких случаях применяются, а также подробно рассмотрим конструкцию легкобрасываемого покрытия.

Анализ литературы по данному вопросу показал, что существует много различных определений легкобрасываемых конструкций, но если их обобщить, то можно сформулировать так: это специальная наружная ограждающая строительная конструкция здания, сооружения (или их части), которая позволяет освободить сбросной проем для снижения избыточного давления, возникающего при внутренних взрывах в зданиях и сооружениях. Данные системы применяются в целях обеспечения безопасности людей, сохранности несущего остова здания и оборудования на взрывоопасных предприятиях.

ЛСК используются в помещениях зданий, где существует повышенный риск взрывов (например, на производственном предприятии). При этом располагаются они максимально близко к месту, в котором наиболее вероятно воспламенение горючей смеси. На сегодняшний день применение таких конструкций является единственным способом, практикуемым в строительстве для взрывозащиты внутри здания [1].

Принцип работы ЛСК заключается в следующем [2]:

- ✓ в начальный момент взрыва все ограждающие конструкции целые;
- ✓ с нарастанием взрывной волны легкобрасываемые конструкции начинают вскрываться, т.е. начинают открываться проёмы, которые ранее были ими закрыты.

Под действием избыточного давления взрыва происходит вскрытие сбросного проема различным образом, в зависимости от этого легкобрасываемые конструкции подразделяют на [3]:

- разрушаемые – когда происходит видимая деструкция целостности её материалов (стекла глухого остекления помещения);
- смещаемые – когда разрушаются элементы, при помощи которых данные конструкции удерживаются в ограждении помещения (легкобрасываемые стеновые панели и облегченные элементы покрытий помещений);

- вращаемые – когда происходит вращение плоскости конструкции вокруг неподвижной горизонтальной или вертикальной оси (открывающиеся наружу створки оконных пролетов, ворота и двери, специальные поворачивающиеся конструкции).

Применение ЛСК одного или другого вида зависит от цели проектирования, основных характеристик и определённых условий строительства и эксплуатации зданий с взрывопожароопасными помещениями.

Рассмотрим особенности использования легкосбрасываемых покрытий. Это покрытия зданий или сооружений, состоящих из лёгких сборных элементов и сбрасываемых при взрыве внутри помещения [4]. Данный вид конструкции относится к смещаемым ЛСК. Ниже будут рассмотрены конструктивные элементы, из которых состоит покрытие, применяемое в качестве ЛСК.

1. Несущая конструкция. Чтобы уменьшить общую массу покрытия, в качестве несущей конструкции вскрывающихся облегчённых элементов используют асбестоцементные или металлические профилированные листы. Иногда несущие конструкции в то же время могут играть роль утеплителя, тогда они выполняются в виде лёгких панелей или железобетонных плит с отверстиями с использованием ячеистого или лёгкого бетона.

2. Пароизоляция. Этот слой используют для предотвращения попадания паров в утепляющий слой внутри помещений с высокой влажностью. Его размещают сверху несущих конструкций элементов покрытия и укладывают из одного или двух слоёв рубероида на битумной мастике или слоя битума.

3. Утеплитель. Он обладает повышенными теплозащитными свойствами. В качестве таких материалов следует использовать облегчённые плитные утеплители из пенопласта, перлитофосфогелевые или минеральные плиты повышенной жесткости и тому подобные, так как они не требуют выравнивающей цементно-песчаной стяжки. В неотапливаемых помещениях этот слой отсутствует.

4. Стяжка. Необходима, когда нужно выравнивать поверхность утеплителя для устройства кровли из рулонных материалов, в этом случае ее толщина принимается 15-20 мм.

5. Кровля. В большинстве случаев состоит из трёх-четырёх слоёв рубероида, наклеиваемых на битумных кровельных мастиках, но рассматривается применение и других рулонных материалов. Для устройства кровли в неотапливаемых помещениях возможно использование металлических и асбестоцементных профилированных листов, одновременно с этим являющихся несущими конструкциями элементов покрытия. А для отапливаемых помещений данные виды листов могут быть задей-

ствованы также в роли несущих конструкций и панелей (плит), предназначенных для устройства вскрывающихся облегчённых элементов покрытия.

6. Защитный слой. Служит для защиты рулонной кровли от возгорания и механических повреждений, а также необходим для повышения ее долговечности. Он состоит из втопленного в мастику мелкого гравия светлых тонов. В облегчённых элементах покрытия чаще всего он не устраивается. Наряду с этим верхний слой рулонной кровли выполняется с посыпкой крупнозернистым песком.

В целях увеличения эффективности конструкции путем понижения сопротивления взрывной волне водоизоляционный ковёр и теплоизоляция разрезаются поперечными и продольными швами на участки (карты) площадью не более 180 м². Заметим, что применение легкобрасываемых покрытий необходимо только в случаях, где для понижения избыточного давления до допустимой его величины при взрыве горючей смеси площади других ЛСК недостаточно [5].

На промышленных объектах существует опасность возникновения взрыва, поэтому во избежание разрушения строительного объекта необходимо принимать меры по защите здания. В тех ситуациях, когда исключить вероятность взрыва невозможно из-за особенностей технологического процесса, следует использовать предохранительные конструкции – ЛСК для снижения нагрузок несущего остова здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кочепанова М.Н.* Анализ современных предохранительных конструкций для промышленных зданий // Современные технологии в строительстве. Теория и практика – 2016. Т. 1. С. 95-101.
2. *Горев В.А.* Использование сэндвич-панелей в качестве эффективных легкобрасываемых конструкций при внутренних взрывах в промышленных зданиях / В.А. Горев, Е.Ю. Салымова // Пожаровзрывобезопасность – 2010. Т. 19. № 2. С. 41-44.
3. *Созонов В.В.* Обеспечение взрывобезопасности производственных объектов путем установки легкобрасываемых ограждающих конструкций // Молодой ученый – 2019. № 45 (283). С. 48-50.
4. *Кочетов О.С.* Расчёт конструкций взрывозащитных устройств // Технологии техносферной безопасности – 2013. № 3 (49). С. 14.
5. *Бокарева О.* Нарушения требований к легкобрасываемым конструкциям взрывоопасных помещений, выявляемые при экспертизе промышленной безопасности / Бокарева О., Круглова Н., Гуляева И., Швецов А. // Регламент – 2015. № 5 (43). С. 120-121.

РАЗРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ МЕЖЛАБОРАТОРНЫХ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Межлабораторные сравнительные испытания (МСИ) – это один из важнейших критериев при обеспечении достоверности результатов испытаний, позволяющий наиболее эффективно и объективно определить реальный уровень работы лабораторий и имеющий большое значение для обеспечения единства измерений. В данной статье постараемся выявить проблемы, возникающие при проведении межлабораторных сравнительных испытаний в строительной отрасли.

Межлабораторные сравнительные испытания проводятся ежегодно с 1999 года в соответствии с планом, утвержденным Росстандартом. В соответствии с определением, обозначенным в ГОСТ Р 50.4.006-2002, межлабораторные сравнительные испытания (МСИ) – это организация, проведение и оценка испытаний одних и тех же или таких же объектов двумя или большим числом лабораторий в соответствии с заранее установленными условиями [1].

Принимая участие в МСИ, лаборатория ставит перед собой следующие цели:

- Выполнение требований ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019 [2] и Органа по аккредитации;
- Получение прерогативы независимой оценки технической компетентности своей деятельности [6];
- Сравнение уровня своих измерительных возможностей с другими лабораториями;
- Выявление проблемных мест лаборатории;
- Получение дополнительного бонуса при участии в тендерах или конкурсах;
- При разрешении спорных ситуаций возникает возможность получения весомого аргумента в свою сторону;
- При аккредитации лаборатории возникает вероятность освобождения от экспериментальной проверки технической компетентности.

Проведение межлабораторных сличительных испытаний при аккредитации и инспекционном контроле испытательной лаборатории возглавляет орган по аккредитации, а практическую деятельность по проведению МСИ осуществляют уполномоченные организации, то есть специально аккредитованные по схеме Росаккредитации лаборатории. В со-

ответствии с обновленной политикой Федеральной службы по аккредитации испытательные лаборатории не реже одного раза в год принимают участие в программах межлабораторных сличительных испытаний. В течение пяти лет с момента принятия решения об аккредитации лаборатории обязаны принять участие в МСИ по всем методам, включенным в область аккредитации [4].

Программа межлабораторных сличительных испытаний включает в себя следующие пункты [5]:

1. Формирование перечня лабораторий-участниц МСИ (на основе заявок аккредитованных лабораторий).
2. Составление технических требований к образцам для контроля, которые будут использованы при проведении МСИ.
3. Анализ информации об имеющихся контрольных образцах, закупке или разработке новых контрольных образцов.
4. Определение стоимости участия в МСИ для одной лаборатории.
5. Присвоение кодовых номеров лабораториям-участницам МСИ.
6. Заключение с лабораториями договоров на участие в МСИ.
7. Закупка либо создание контрольных образцов. Присвоение шифра образцам для контроля.
8. Составление инструкции по проведению испытаний для лабораторий участниц МСИ, включая требования к протоколам результатов испытаний.
9. Подготовка образцов к рассылке. Рассылка с сопроводительными письмами и инструкциями по проведению испытаний.
10. Получение и обработка протоколов испытаний.
11. Подготовка заключения по результатам участия лабораторий в МСИ.
12. Подготовка сводной таблицы обобщенных результатов и направление их в адрес лаборатории – участницы МСИ.
13. Формирование дела по результатам МСИ и занесение его в архив.

По результатам участия в межлабораторных сравнительных испытаниях лаборатории выдается свидетельство об участии в МСИ, заключение об оценке качества результатов испытаний, а также сводная информация о результатах испытаний, полученная всеми участниками МСИ, с сохранением их конфиденциальности. Материалы проведенных испытаний хранят в комплекте дел аккредитованных лабораторий, которые принимали участие в испытаниях, чтобы, при необходимости использовать эти материалы для дальнейших испытаний. В случае несогласия испытательной лаборатории с оценкой результатов ее участия в программе испытаний, она может обратиться в орган по аккредитации для уточнения или пересмотра оценки.

Программы для проведения МСИ, составляют провайдеры – специально аккредитованные испытательные лаборатории [7]. Требования к компетентности провайдеров программ проверки квалификации, а также к разработке и реализации программ проверки квалификации установлены в ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 «Оценка соответствия. Основные требования к проведению проверки квалификации». Однако на сегодняшний день проблема межлабораторных сличительных испытаний в строительстве состоит в отсутствии провайдеров и, как следствие, в отсутствии на текущий год программы проведения межлабораторных сравнительных испытаний. Провайдером может стать любая лаборатория, проводящая испытания в сфере строительства. Требования, которые необходимо выполнить испытательной лаборатории, чтобы стать провайдером, размещены на сайте Роскачества [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 50.4.006-2002 «Межлабораторные сравнительные испытания при аккредитации и инспекционном контроле испытательных лабораторий. Методика и порядок проведения».
2. ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2019. «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».
3. Дручинин А.П., Евлашкин А.А., Богатырев А.А. О применении межлабораторных сравнительных (сличительных) испытаний // Компетентность / Competency (Russia) – 2019. С. 40-43.
4. Ананьев В.Ю., Вершкова Т.И., Извекова Н.А. О роли и значении межлабораторных сравнительных испытаний // Здоровье. Медицинская экология. Наука – 2013. С. 4-6.
5. Панева В.И, Пономарева О.Б. Межлабораторные сравнительные испытания как инструмент экспериментальной проверки технической компетентности лаборатории // Стандартные образцы – 2006. С. 45-48.
6. Панева В.И., Пономарева О.Б., Горяева Л.И., Шпаков С.В. Межлабораторные сравнительные испытания как средство подтверждения компетентности аналитических лабораторий при их аккредитации и инспекционном контроле // Стандартные образцы – 2009. С. 6-11.
7. Пономарева О.Б., Горяева Л.И., Шпаков С.В. Об аккредитации провайдеров программ проверки квалификации аккредитованных лабораторий // Стандартные образцы – 2010. С. 15-21.

МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

В настоящее время главной задачей процесса проектирования является разработка и реализация проектов высокого качества в короткие сроки и по наиболее оптимальной цене. Путь к решению этой задачи – это применение инновационных подходов к процессу проектирования и совершенствование организации строительства [1-3].

Актуальность темы связана с проблемами в управлении процесса проектирования, на этапе разработки и утверждения проектной документации на строительство объекта, а также с повышением эффективности проектных работ.

Поэтому целью данной работы является исследование методики повышения эффективности проектных работ в строительстве.

Для реализации цели были поставлены следующие задачи:

- рассмотреть этапы проектирования в строительстве;
- проанализировать двухстадийное и одностадийное проектирование, их преимущества и недостатки;
- исследовать методику повышения эффективности проектных работ в строительстве.

Этапы процесса проектирования в строительстве следующие: предпроектные работы, проектные работы, экспертиза и утверждение проекта и разработка рабочей документации.

На этапе предпроектных работ разрабатывается технико-экономическое обоснование на основании постановления (приказа) организации-застройщика и заключается договор на проектирование. Исполнителем выступает проектная или научно-исследовательская организация. Этап проектные работы включает изыскания и разработку проектной документации по стадиям, которые проводятся на основании заказа, задания и договора с заказчиком. Третий этап экспертиза и утверждение проекта состоит из экспертизы и утверждения проекта, которые проводят соответствующие экспертные организации. На четвертом этапе проводится разработка рабочей документации, утверждение состава рабочей документации на основании технических решений, определяемых в проектной документации.

При разработке и утверждении проектной документации на строительство объекта используются двухстадийное и одностадийное проектирование. В Российской Федерации применяется двухстадийное проек-

тирование, так называемая последовательная схема разработки проектной документации: на первом этапе разрабатывается и проходит экспертизу проектная документация, а на втором этапе - рабочая документация.

Характеристика стадий двухстадийного проектирования следующая:

- стадия «Проект» включает: генеральный план, документацию по инженерным сетям и оборудованию (водо-и электроснабжение, вентиляция, отопление, газоснабжение и связь), решение вопросов экологии, пожарной безопасности, доступности для инвалидов, энергоэффективности и ресурсосбережения, способов строительства, охраны труда, необходимые инженерные заключения и расчеты, оформление и отправка документации на экспертизу;

- стадия «Рабочая документация» включает: разработку чертежей и другой документации в целях реализации в процессе строительства архитектурных, технических и технологических решений, содержащихся в проектной документации [4-5].

Однако за рубежом повсеместно начинает внедряться система одностадийного проектирования, которое предполагает параллельную разработку проектной и рабочей документации с возможностью разработки рабочей документации до экспертизы и утверждения проектной документации. Такая параллельная система проектирования имеет ряд преимуществ:

- сокращение времени разработки проекта;
- ускорение сроков завершения строительных работ и ввода строительного объекта в эксплуатацию;
- снижение стоимости работ.

Недостатками одностадийного проектирования является невозможность ее применения при не освоенном технологическом производстве. Схематично одностадийное проектирование представлено на рис. 1.



Рис.1. Одностадийное проектирование в строительстве

Как видно из рисунка 1 проектную документацию разрабатывает генеральный проектировщик, а рабочую документацию - генеральный подрядчик, который осуществляет строительство объекта. При этом разработка проектной и рабочей документации осуществляется параллельно, что позволяет получить комплексный техно-рабочий проект, который состоит из технического проекта и рабочих чертежей к нему. Проводится экспертиза данного проекта, контроль за исполнением осуществляет служба Заказчика.

Для подтверждения эффективности методики кооперирования участников в ходе разработки проектной документации были проанализированы диаграммы Ганта при одностадийном и двухстадийном проектировании [6, 7]. Анализ диаграмм показывает, что при одностадийном проектировании подрядная организация получает комплект проектной документации и может начинать строительство на 4 месяца быстрее, чем при двухстадийном проектировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Романенко Е.Ю., Рябиченко С.А.* Инновационные процессы в строительстве // Вестник МГОУ. Серия: Экономика – 2018. № 2. С. 172-179.
2. *Рубцова М.В., Солдатенкова А.М., Петренева О.В.* Риски инновационных проектов в строительстве // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура – 2016. № 2. С. 76-82.
3. *Дудин М.Н., Толмачев О.М.* Практика внедрения инновационных технологий в строительной отрасли // Вопросы инновационной экономики – 2017. № 4. С. 407-416.
4. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе проектной документации и требованиях к их содержанию».
5. СП (Свод Правил) 48.13330.2011 Организация строительства.
6. *Лисиенкова Л.Н., Аверченко Т.В.* Совершенствование методов управления строительными проектами // Экономика и предпринимательство – 2019. № 7 (108). С. 737-741.
7. *Станиславский А.Р.* Стадийность проектирования в строительстве: европейский подход // Экономика и менеджмент инновационных технологий – 2014. № 10 (37). С. 86-93.

*Студентка 2 курса 38 группы ИСА Никитина М.А. ,
Студент 2 курс 5 группы ИГЭС Власов Е.Ю.
Научный руководитель – старш. преп. Н.С. Шушунова*

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА

В связи с ухудшением экологической обстановки в мире специалисты в области экологического строительства, проектирования и эко-архитектуры озабочены созданием новых материалов, разработкой инновационных методов строительства и эксплуатации, соответствующих требованиям минимизации строительных отходов, минимизации токсичности строительных материалов и рациональному использованию природных ресурсов, которые установлены международными системами сертификации в области экологической безопасности (рисунок 1).



Рис.1. Международные системы сертификации в области экологической безопасности объектов строительства

Главным фактором на пути достижения высококлассного качества строительства зданий и сооружений и баланса с экосистемой, является использование строительных материалов, которые имеют характеристики, такие как: 1. Экологическая безопасность; 2. Экономическая выгода; 3. Благоприятное влияние на здоровье и жизнь человека [1].

Международные системы сертификации в области экологической безопасности объектов строительства позволяют уменьшить воздействие техногенной среды на природу, сбалансировать экономичность и повышение комфорта и здоровья человека, а также реализовать инженерные решения, которые привели бы к уменьшению издержек при реали-

зации и эксплуатации «зеленых» зданий [2-4]. При этом необходимо учитывать комплекс мероприятий для достижения комфортной среды в жилых зданиях, а также экспериментальные исследования отдельных строительных конструкций зданий [5,6].

В основном, сейчас используют адаптированный к российским условиям стандарт BREEAM, реже американский LEED. Система сертификации BREEAM позволяет повысить доход от использования здания, повысить уровень его качества и принести пользу экосистеме. Система сертификации LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) подходит почти под все типы зданий. Данная система сертификации является комплексной. С начала строительства и далее в течении нескольких месяцев все факторы строго оцениваются в соответствии с системой сертификации. Каждый пункт, по которому проходит система сертификации LEED, оценивается в соответствии с требованиями и в зависимости от поставленной оценки, определенный уровень сертификации присуждается «зеленому» зданию или сооружению (рисунок 2).



Рис. 2. Объект оценки «зеленого» строительства

В данной системе сертификации существуют требования, при невыполнении которых сертификация не будет успешно проведена, такие как ограничение по потреблению водных ресурсов, минимизация загрязнений в ходе проведения строительных работ и т.д. Здания, получившие сертификат LEED, являются лидерами на рынках недвижимости. Мировые стандарты дают возможность позиционировать объект на рынке, что помогает найти надежных арендаторов. Международную экологическую

сертификацию в России прошли несколько объектов, которые были построены для Олимпиады в Сочи в 2014 году и Чемпионата Мира по футболу летом 2018 года.

В статье рассмотрены международные системы сертификации экологической безопасности объектов строительства, выделены их преимущества. «Зеленые» технологии - это перспективные строительные технологии [7]. Это объясняется тем, что вложения на начальном этапе строительства в «зеленые» технологии здания не превышают 5%, а расходы на коммунальные платежи при дальнейшей эксплуатации сокращаются на 40%. Международные системы сертификации экологической безопасности объектов строительства вместе с внедрением «зеленых» технологий являются ключевым вектором развития современной строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Здания высоких технологий / Сертификация зданий по стандартам LEED и BREEAM в России [Электронный ресурс]. – URL: http://zvt.abok.ru/Sertifkatsiya_zdanii_po_standartam_LEED_i_%20BREEAM
2. *Король Е.А., Шушунова Н.С.* Особенности устройства различных вариантов кровельных покрытий с системами озеленения // *Academia. Архитектура и строительство* – 2019. № 2. С. 124–129.
3. *Король Е.А., Шушунова Н.С.* Организационно-технологическое моделирование процессов устройства кровельных покрытий с модульной системой озеленения // *Вестник МГСУ* – 2019. Т. 14. № 2 (125). С. 250-261.
4. *Шушунова Н.С.* Анализ технологических параметров при устройстве инверсионных кровельных покрытий с озеленением // *Вестник МГСУ* – 2018. Т. 13. № 3 (114). С. 349-355.
5. *Король О.А., Кузнецов Г.С.* Многокритериальный анализ мероприятий при проведении капитального ремонта многоквартирных жилых домов // *Недвижимость: экономика, управление* – 2017. № 1. С. 57-61.
6. *Пугач Е.М., Король О.А.* Экспериментальные исследования работы трехслойных конструкций со средним слоем из бетона низкой теплопроводности в нестационарном тепловлажностном режиме // *Вестник МГСУ* – 2011. № 3-2. С. 154.
7. *Korol S., Shushunova N., Shushunova T.* Indicators of the resource efficiency development in Russia. MATEC Web of Conferences 193:05075. 2018. DOI: 10.1051/matecconf/201819305075.

СЕКЦИЯ ДЕРЕВЯННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Студент 3 курса 2 группы ИГЭС Затонских В.А.

Студент 2 курса РУТ ИПСС СЖД-213 Абовян Г.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. А.Г.Абовян

АНАЛИЗ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ СТАЛЬНОГО КАРКАСА РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЛОЖНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ.

Во время колебаний высотных зданий исследование их реакций при наложении высших форм колебаний имеет определенное практическое значения с точки зрения совершенствования их расчета на сейсмические воздействия. Посвященные данному вопросу работы, как например [1,3], носят теоретический характер. Здесь приводятся результаты экспериментального исследования напряженного состояния высотных зданий различных конструктивных схем при наложении высших форм колебаний.

Эксперименты проводились на модели ($\alpha=1/6$) стального рамного каркаса при различных схемах расположения связей (см. рис.1).

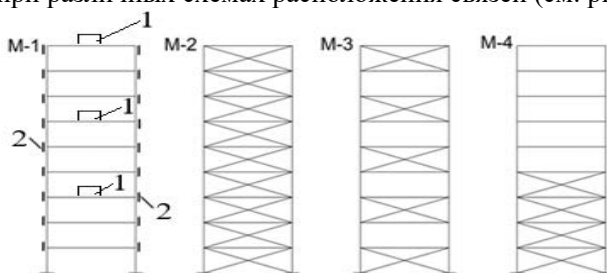


Рис. 1 – Схема расположения связей, вибромашин (1) и тензорезисторов (2)

Наложение первых двух форм колебаний создавалось одновременной работой двух вибромашин направленного действия, расположенных на уровнях наибольших перемещений по соответствующей форме и работающих в резонансном режиме в соответствии с [2,4,5]. На рис. показаны места расположения вибраторов и тензорезисторов сопротивления. Величины инерционных сил вибраторов по отдельным формам колебаний для всех рассмотренных схем назначались одинаковыми, что достигалось изменением массы дебаланса вибрационной машины.

Значения напряжений, полученные в колоннах каркаса на уровне перекрытий по отдельным формам колебаний и при наложении, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Обозначение модели	Форма колебаний	Значения напряжений (кН/см ²), по этажам						
		1	3	4	5	6	7	8
М-1	I	11,3	2,6	1,7	1,4	1,1	0,9	0,4
	II	3,6	4,4	4,7	5,1	3,7	1,2	0,7
	I-II	14,0	6,4	5,9	6,0	4,4	1,9	1,0
М-2	I	3,1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
	II	0,6	2,0	1,4	0,9	0,7	0,5	0,3
	I-II	3,4	2,6	1,8	1,3	1,0	0,7	0,4
М-3	I	6,4	4,8	4,3	3,0	2,0	1,1	0,5
	II	1,8	2,6	2,2	2,1	1,5	0,9	0,4
	I-II	7,5	6,5	5,9	4,6	3,1	1,8	0,8
М-4	I	1,4	1,9	4,9	1,7	1,5	1,2	0,4
	II	0,5	1,8	1,5	1,2	0,9	0,4	0,2
	I-II	1,8	3,5	5,8	2,7	2,2	1,5	0,5

Анализ полученных данных показывает, что под действием сложной динамической нагрузки сейсмического типа напряжения в модели рамно-связевого каркаса М-2 в среднем в 3,4 раза меньше аналогичных значений в модели рамного каркаса М-1 (см. табл.). При этом в модели М-2 наблюдаются более плавные изменения напряжения по высоте здания.

При установке связей через этаж напряжения в стойках модели М-3 по основной форме колебания оказались в среднем в 1,8 раза больше (кроме 1-го этажа), чем в соответствующих точках модели М-1. При колебании по второй гармонике, наоборот, напряжения в модели М-1 были больше в среднем в 2 раза, чем в модели М-3 (табл.). Это объясняется тем, что усилия, возникающие в колоннах модели М-3 по первой форме колебания, в основном воспринимаются участками, скрепленными системой связей, а при колебании по второй гармонике за счет изменения деформации оси здания в работу включаются все участки колонны по высоте здания, благодаря чему напряжения распределяются более равномерно между участками со связями и без связей. Однако следует отметить, что при наложении I-II форм колебаний соответствующие точки (кроме 1-го этажа) моделей М-1 и М-3 оказались в примерно одинаковом напряженном состоянии. Поэтому

оценка напряженного состояния высотных зданий различных конструктивных схем по отдельным формам колебаний не дает исчерпывающей информации о реакции здания при сейсмическом воздействии. Окончательным критерием служит напряженное состояние при наложении возможных форм колебаний, что имеет место при землетрясении.

Определенный интерес представляет сравнение реакций моделей М-3 и М-4, на которых по различным схемам расположено примерно равное количество связей (см. рис.). Динамические жесткости моделей практически равны, однако значения напряжений при наложении I-II форм колебаний в модели М-4 в среднем в 2 раза меньше, чем в модели М-3 (табл.).

Следовательно, при одном и том же количестве связевых элементов путем их оптимального расположения можно, не изменяя жесткость здания, значительно уменьшить его напряжения под воздействием сложной динамической нагрузки сейсмического типа.

Результаты экспериментов показывают, что при сложной динамической нагрузке напряжения в элементах высотных зданий существенным образом зависят от конструктивной схемы (вида и расположения связей), это должно быть учтено при оптимальном проектировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Abovyan A.G. Simulating seismic impacts using vibrating machines.*, 2018 г.
2. *Абовян Ав.Г., Абовян Г.А.* О возможности создания сложной динамической нагрузки сейсмического типа при одновременном действии систем вибрационных машин. // Журнал «Бюллетень строительной техники», № 3 (1003), Москва, 2018 г., стр. 36-37.
3. *Абовян Ав. Г., Абовян Ар. Г., Петросян К. К.* О возможности моделирования сейсмической нагрузки при одновременном действии системы вибрационных машин. // Вестник инженерной Академии Армении, Сборник научно-технических статей, т. 9, № 4, Ереван, 2012 г., стр. 787 – 791.
4. *Абовян Ав. Г., Абовян Ар. Г., Петросян К. К.* Исследование напряженно-деформированного состояния сооружений при плоских и пространственных колебаниях. // Вестник инженерной Академии Армении, Сборник научно-технических статей, т. 9, № 3, Ереван, 2012 г., стр. 552 – 554.
5. *Абовян А.Г., Петросян К.К.* Методика экспериментального исследования сейсмостойкости зданий и сооружений. // Бюллетень строителей Армении, №10-11 (146-147), Ереван, 2009г., стр. 5-6

УСИЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ

Усиление конструкций требуется для продления срока эксплуатации зданий и сооружений и увеличения их несущей способности.

С 1998 года в России усиление конструкций зданий осуществляется также с помощью углеродного волокна. Это инновационный метод, суть которого состоит в том, что на укрепляемую поверхность элемента наклеивается высокопрочное углеволокно, которое воспринимает большую часть усилий и значительно увеличивает несущую способность упрочняемой конструкции.

Клеящим веществом служат вещества с высокой адгезией, основу которых составляют эпоксидные смолы или минеральные составные.

Высокие параметры волокна позволяют повысить несущую способность конструкции без изменения объема и дополнительного нагружения здания.

Чаще всего усиление углеродным волокном используется в железобетонных конструкциях. Однако, данный метод применим и к деревянным, каменным и металлическим конструкциям зданий и сооружений.

Усиление несущих конструкций зданий углеволокном повышает их прочность, сейсмостойкость и долговечность, а при реконструкции необходимо для устранения первичных ошибок проекта, для восприятия повышенных нагрузок.

Преимущества усиления углеволокном:

- при выполнении работ незначительный вес материала позволяет не привлекать спецтехнику.

- срок эксплуатации конструкции повышается до 75 лет из-за коррозионной стойкости углеволокна к агрессивному воздействию внешней среды.

- легкий вес волокна не изменяет нагрузку на здание.

- позволяет эффективно усилить поврежденные конструкции.

- создание водонепроницаемого слоя, защищающего материал от влаги и коррозии.

- высокая прочность на растяжение (значения в диапазоне 5000 МПа).

- экономичность, простота и быстрота усиления конструкции.

- не оказывает влияние на деятельность производства и транспортное сообщение.

Повышение прочности и трещиностойкости изгибаемых элементов осуществляется наклеиванием волокна обычно в местах действия максимального изгибающего момента и в приопорных зонах. Для выполнения такой задачи изготавливают сетки, ленты и ламели.

Как упоминалось ранее, достоинством применения углеродистого волокна является простота в использовании. На поверхность упрочняемого элемента предварительно наносят адгезионный состав, а затем наклеивают материал из углеволокна. Кроме плит и ригелей (рис. 1 и 2), работающих на изгиб, крепление волокна возможно на колонны (рис. 3), стены, растянутые стержни, а также консоли.



Рис. 1. Усиление плит перекрытия углеволокном

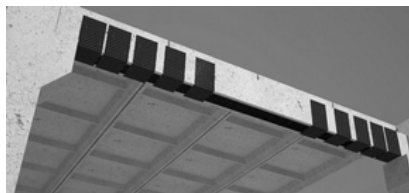


Рис. 2. Усиление ж/б ригеля углеродным волокном



Рис. 3. Усиление колонны углеродными лентами

После фиксации волокна на конструкции его покрывают полимерцементным составом, далее устраивают окончательную отделку с нанесением акриловых красок, что обеспечивает огнезащиту горючих адгезивов, в составе которых присутствуют эпоксидные смолы.

Существует два метода усиления конструкций зданий углеродными лентами: так называемый «сухой» и «мокрый». В каждом случае сперва зачищенное основание пропитывается адгезирующим составом. Отличие состоит в том, что при «мокром» методе лента также обрабатывается адгезивом перед нанесением на основание, а при «сухом» - лента изначально прижимается к основанию и после пропитывается адгезивом.

Ламели устанавливают аналогично, только при этом адгезивом пропитывается и конструкция и само изделие. Углеродная сетка укладывается на свеженанесённый полимерцемент.

Исходя из выше изложенного, очевидно, что правильное усиление конструкций углеволокном существенно повышает их несущую способность и срок эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманов А.М., Старовойтова И.А., Шакиров А.Р., Аглиуллина А.Ф. Исследование кратковременной и длительной прочности адгезионных клеевых соединений для устройства систем внешнего армирования строительных конструкций // Известия КГАСУ. 2018. №4(46) С.309-318.
2. Суровцев, И.С. Усиление железобетонных изгибаемых конструкций при помощи полимерных композиционных материалов / И.С. Суровцев, Ю.Б. Потапов, Ю.М. Борисов // Научный вестник Воронежского ГАСУ. Строительство и архитектура. - 2008. - № 1 (9). - С. 12-23.
3. Строганов В.Ф., Куколева Д.А., Мухаметова А.М. Исследование влияния эпоксидных полимерных покрытий на биостойкость и гидроизоляционные свойства бетонных поверхностей // Известия КГАСУ. 2012. №4(22) С.340-345.
4. Николаев С.В., Сердюк А.И., Хаятин Ю.Г., Шрейбер А.К. О назначении нормативных характеристик композитных материалов для усиления строительных конструкций внешним армированием // Строительные материалы. 2018. № 7. С. 8–11.
5. Туктарова Ю. Композиционные материалы в строительстве // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2018. №3-4 С.10-11.

СРАВНЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЁТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДРЕВЕСИНЫ ПО НОРМАМ СП И ЕВРОКОДУ

Рассмотрим в сравнении алгоритм назначения расчётного сопротивления и модуля упругости клееной древесины по российским и европейским нормам при одинаковых стандартных условиях эксплуатации.

В целях корректности расчёта для обоих случаев принимаем деревянные элементы хвойных пород класса С24 (по Европейской квалификации) и К24 (по СП 64.13330), имеющие одинаковый нормативный показатель прочности при изгибе, 5%-ный квантиль, по результатам кратковременных испытаний, равный 24 МПа.

Считается, что конструкции из этого материала эксплуатируются под одинаковой совместно действующей постоянной и длительной временной нагрузок, напряжение от которых превышает 80% полного напряжения в элементах конструкций от всех нагрузок в течение продолжительного времени при условиях эксплуатации, соответствующей температуре 20°С и влажности до 65%.

По нормам СП 64.13330.2017 при машинной сортировке пиломатериала расчётное сопротивление для элементов по классу прочности определяется по формуле:

$$R^P = R^H m_{дл} \Pi_{mi} / \gamma_m = 24 \cdot 0,53 / 1,15 = 11,06 \text{ МПа}$$

где, $m_{дл}$ – коэффициент длительной прочности равный = 0,53;

Π_{mi} – произведение ряда коэффициентов условий работы, которые не отражены в Европейских нормах, принимаем равным 1.

γ_m – коэффициент надёжности по материалу, зависящий от вида напряжённого состояния и равен для сжатия вдоль волокон 1,45.

По нормам Еврокода расчётное сопротивление определяется по формуле:

$$R^P = R^H k_{mod} / \gamma_m = 24 \cdot 0,6 / 1,25 = 11,52 \text{ МПа}$$

где, k_{mod} – для данных условий эксплуатации равен 0,6;

γ_m – для клееной древесины равен 1,25.

Модуль упругости по нормам СП 64.13330.2017 для расчёта по деформированной схеме определяется по формуле:

$$E = E_H m_{дл} \Pi_{mi} = 9400 \cdot 0,75 = 7050 \text{ МПа}$$

где, $m_{дл} = 0,75$ только для конструкций с высоким уровнем напряжений;

E_n – нормативный модуль упругости при изгибе с обеспеченностью 0,95, МПа.

Модуль упругости по нормам Еврокода при расчёте на устойчивость определяется по формуле:

$$E = \frac{E}{\gamma_m(1 + k_{def})} = \frac{11500}{2} = 5750 \text{ МПа}$$

где, $\gamma_m = 1,25$ – для клееной древесины;

$k_{def} = 0,6$ – для данных условий эксплуатации, учитывающий ползучесть древесины.

Анализируя прочностные характеристики видно, что величины расчётных характеристик по российским нормам лишённой сортировки, соответствует европейским нормам, но при этом ниже, чем расчётное сопротивление, определяемое по российским нормам с использованием визуальной сортировки, которая используется на большинстве российских предприятий.

В Еврокоде рассматривается только машинная сортировка, что и объясняет примерно равную величину расчётного сопротивления пиломатериала по европейским и российским нормам.

Необходимо отметить, что коэффициент надёжности по материалу в отечественных нормах зависит от вида напряжённого состояния и изменяется для основных видов вдоль волокон от 1,15 (сжатие) до 1,25 (растяжение). Коэффициенты надёжности в европейских нормах зависят лишь от вида деревянного элемента и равны 1,3 для цельной древесины и 1,25 для пиломатериала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 с изменениями №2 2019-го года. – М.: Министерство регионального развития России, 2017
2. Еврокод 5: Проектирование и конструирование деревянных конструкций – Часть 1-1: Общие положения – Общие правила и правила надземного строительства; Немецкая версия EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008: Техническая комиссия CEN/TC 250, 2008. - 39 с.
3. Конструкции из дерева и пластмасс. Изд.4-е/под ред. Г.Г.Карлсена. М.: Стройиздат, 1975. 680 с.
4. Арленинов Д.К. О расчете деревянных конструкций по деформируемой схеме// Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 1. С. 43-46.

5. *Арленинов Д.К.* О новом нормативном значении модуля упругости древесины // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 3. С.19-20.
6. *Вержбовский Г.Б., Егорова О.П.* Расчет сжато-изогнутого деревянного стержня по СП 64.13330.2011 "Деревянные конструкции" и $\text{din en 1995-1-1:2004}$ "Еврокод 5. Проектирование деревянных конструкций" Международная научно-практическая конференция "строительство-2014: современные проблемы промышленного и гражданского строительства" Ростов-на-Дону, 18-19 декабря 2014 г. С. 92-93.
7. *Пухаренко Ю.В., Аубакирова И.У., Староверов В.Д., Кришталевиц А.К.* Перспективы внедрения еврокодов в Российской Федерации. // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 2. С. 107-115

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ: АРХИТЕКТУРА ИЛИ МАТЕМАТИКА?

Каждый период в архитектуре основан на определённом стиле, отражающем потребности и возможности общества, а также состояние среды, которая его окружает. Архитектурный стиль напрямую зависит от технологий и уровня развития строительной индустрии, присущих данному времени. В процессе разработки новых проектных решений люди пытаются создавать многофункциональные объекты, которые могли бы взаимоувязываться с внешней средой и даже изменяться во времени и пространстве в случае интерактивной архитектуры. Зачастую индивидуальность и эстетичность уходят на второй план, уступая место унификации и практичности. Но на данном этапе истории существует желание создавать модернизированные, современные здания, которые не опираются на устоявшиеся законы и принципы создания архитектурных сооружений. Поэтому инженеры начали осваивать совершенно новые способы проектирования, такие как: параметрическое моделирование, цифровая и интерактивная архитектура.

Параметрическое проектирование нельзя представить без математики. Помимо полёта фантазии архитектора, параметризм учитывает некие математические алгоритмы, без которых развитие данного стиля оказалось бы невозможным. Главной целью цифрового проектирования является создание связи между возводимым объектом, окружающим его ландшафтом



Рис. 1. Культурный центр имени Гейдара Алиева

и человеческим фактором.

Основным направлением данного стиля является создание нетривиальных форм, выходящих за рамки простых конструктивных решений. Для проектирования параметрических моделей требуется специальное программное обеспечение, способное не только строить абстрактные геометрически сложные объекты, но также

учитывать множество математических зависимостей. Одной из наиболее востребованных программ для создания параметрической архитектуры является Grasshopper. Она позволяет создавать модели, основанные на математических алгоритмах. Помимо этого, одной из её функциональ-

ных возможностей является задание логических условий, которые помогают найти наиболее оптимальное решение задачи в автоматическом режиме. Таким образом, основной задачей архитектора является продумывание огромного множества связей, которые в совокупности образуют единую уникальную форму. То есть архитектор компоует исходную информацию в многокомпонентные узлы и в качестве результата получает систему алгоритмов. А они, в свою очередь, показывают возможность или невозможность воссоздания данной формы. Поэтому одна из важнейших составляющих работы проектировщика заключается не только в создании конструктивной модели и эстетического образа, но также в последовательном описании проектируемого объекта.

Неотъемлемой частью цифрового проектирования является увязка создаваемого объекта со средой и человеком. Учёт человеческого фактора можно назвать главной проблемой параметрической архитектуры, так как человек самостоятельно управляет каждой машиной и устанавливает исходные параметры и связи между ними.

Параметрический дизайн основывается на некоторых математических истинах и законах теории вероятности. Например, большинство естественных природных процессов в той или иной степени можно считать случайными, то есть фактически они зависят от бесконечно большого числа внешних и внутренних факторов, следовательно, могут рассматриваться как случайные.

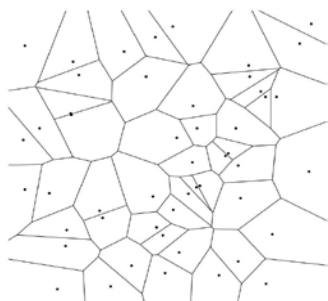


Рис.2. Диаграмма Вороного

Один из самых визуально ярких способов использования параметрического дизайна основан на диаграмме Вороного. Сама диаграмма состоит из некоторого числа областей (в плоскости или пространстве), называемых локусами. Каждый из них содержит множество точек, которое находится ближе к данному элементу, чем ко всем остальным.

Чтобы построить locus, нужно задаться множеством из n точек, которое послужит объектом для диаграммы. Выберем

конкретную точку p , для которой строим locus, и ещё одну точку из данного нам множества — q (на некотором расстоянии от p). Соединим заданные две точки отрезком, и проведём прямую, которая будет являться серединным перпендикуляром данного отрезка. Эта прямая делит плоскость на две полуплоскости — в одной лежит точка p , в другой лежит точка q . В данном случае локусами этих двух точек являются полученные полуплоскости. То есть для того, чтобы построить locus точки p ,

нужно получить пересечение всех таких полуплоскостей (то есть на месте q побывают все точки данного множества, кроме p).

В 1930-х годах, основываясь на идеях Вороного, Делоне ввёл понятие триангуляции Делоне для заданного множества точек на плоскости, при которой для любого треугольника все точки множества, за исключением его вершин, лежат вне окружности, описанной вокруг треугольника.

Параметрическое проектирование развивается благодаря постоянному усовершенствованию технологий и современному программному обеспечению, которое облегчает работу архитекторов и воплощает их идеи в жизнь. Параметрические технологии позволяют архитектору обрабатывать большие объёмы информации и в совокупности учитывать множество факторов. Они дают возможность точнее анализировать результаты долгих исследований и на этой основе определять самую оптимальную форму здания. Геометрия возводимых объектов настолько сложна, что спроектировать их традиционными методами не представляется возможным. Создаваемая модель должна представлять собой систему, в которой все архитектурные элементы параметрически связаны; за счёт чего достигается гибкость системы. Классические геометрические фигуры отходят на второй план — в параметрических проектах используются принципиально новые динамические элементы, основанные на сплайне и различного рода математических преобразованиях. Результатом архитектурного проекта в стиле параметризма должен быть разнородный городской пейзаж с удобной навигацией, в котором есть как зоны регулярной застройки, так и архитектурные акценты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Барчугова Е.В.* Параметризм как направление современной проектной деятельности // Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия, 2013 г.
2. *Грановский Ю.* Что естественно, то прекрасно.// Популярная механика (№5, Май 2017).
3. *Лебецкая Е.А., Саньков П.Н.* Параметрическая архитектура — ведущий стиль в архитектуре будущего // Материалы IX Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»
4. *Надыришин Н.М.* Параметризм как стиль в архитектурном дизайне // Вестник ОГУ. — 2013. — № 1 (150). — С. 53—57.
5. *Schumacher P.* *Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design* // AD Architectural Design - Digital Cities[d]. — London, 2008. — Vol. 79, no. 44.

Студентка 4 курса 14 группы ИСА Шевелёва Я.С.

Студентка 4 курса 14 группы ИСА Кузоваткина Н.В.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. Ф.А. Бойтемиров

НОВАЯ ЭПОХА СТРОИТЕЛЬСТВА ИЗ CLT-ПАНЕЛЕЙ

Условное название CLT происходит от Cross Laminated Timber, что в переводе означает перекрестно клееная древесина. CLT панель - это многослойная массивная конструкция, в которой ламели из древесины хвойных пород уложены послойно и склеены между собой во взаимно перпендикулярном направлении. Склеивание осуществляется на молекулярном уровне с применением безопасных для здоровья человека клеевых составов.

Приклеивание совершается под давлением. Пресс сдавливает с четырех сторон пакет, содержащий от 3 до 12 лежащих ламелей. Толщина массива варьируется от количества слоев и толщины используемых досок в диапазоне от 6 до 35 см.



Рис. 1. CLT-панели

Полученный материал может применяться для несущих и ограждающих конструкций в виде балок, междуэтажных перекрытий и несущих перегородок и наружных стеновых панелей. С помощью технологий производства показатели прочности панели больше, чем у бетона, и они легче в 6 раз. Материал абсолютно безопасен для здоровья человека, а здания из него отличаются высоким пределом огнестойкости, хорошей звукоизоляцией и сейсмостойкостью. CLT-панели имеют преимущества по сравнению с конструкциями из железобетона, что вызывает интерес в сфере домостроения.

В 21 веке CLT-панели уже активно пользуются спросом в странах Европы для деревостроения. Сегодня в мире существуют проекты по возведению небоскрёбов «Big Wood»: в Чикаго - 44 этажа, и в Стокгольме - 33 этажа. Из CLT панелей в Швеции, Финляндии, Великобритании, Германии уже строят дома высотой 20–30 этажей. Такого рода сооружения имеют теплопроводность лучше, чем бетон, и строятся они быстрее, так как это конструктор, не требующий заливки бетона и вязки арматуры. В Японии уже существуют сейсмостойчивые дома из CLT-панелей, а их себестоимость порядка 200 долларов за квадратный метр.

Заинтересованность к инновационному материалу, панелям, возрастает, что приводит к постепенному внедрению в постройку зданий. Впервые в Российской Федерации изготовление CLT-панелей запустила ор-

ганизация «БиверХаус» в 2012 году в городе Санкт-Петербурге под торговой маркой «Промстройлес». Трехслойные панели X-Lam производят на Ладожском домостроительном комбинате.



Рис. 1. Комплекс многоэтажной застройки «Wood city».

Очень интересен современный комплекс многоэтажной застройки на основе CLT-панелей - «Wood City» рядом с Москва-Сити на ул. Мантулинская от компании Segezha Group. Экологический квартал «Wood City» – это 20 сооружений,

некоторые из которых (включая многоуровневый паркинг) будут выполнены по инновационной конструктивной схеме, соединяющей бетонные элементы с панелями CLT.

Целью данного «деревянного» проекта является демонстративный показ возможного высотного деревянного домостроения с использованием CLT-панелей: cross laminated timber panels, либо перекрестно-клееных. Наш Российский проект созвучен с Финляндским «wood town». Он был создан в 1997 для того, чтобы популяризовать деревянное строительство страны. Сейчас в Финляндии возводятся многоуровневые дома с применением деревянных конструкций.

Проектом предусмотрены разные конструкции и планировки. В некоторых случаях полагается модернизация существующих домов. В проекте планируется использовать панельную (CLT), каркасно-панельную (клееная балка плюс CLT), модульную (блок-комнаты CLT), панельно-модульную (CLT) технологии построения зданий, также небольшую часть всё же займут комбинированные схемы (CLT-панели плюс бетон), включая многоуровневый паркинг.

Готовые дома из дерева, выше первых этажей, разделяются на виды. По типу конструкции будут здания выполнены следующим образом: панельные – из CLT-панелей, модульные – из модулей, полностью собранных на заводе, а также панельно-модульных и панельно-каркасных (совмещение панелей с балками из клееной древесины).

Но ничто не сравнится с домами-башнями в центре: три ацтекские пирамиды с усеченным верхом, «пляшущими» этажами и панорамным остеклением.

Кварталы зданий подчеркнуто-разновысотные: встречается как романтическая скатная кровля, так и разделенная зелеными террасами на уровне пятого этажа.

В России давно говорят о домостроении из дерева, но чаще всего представляют индивидуальный дом, построенный по традиционным технологиям из бревен, либо клееного бруса, однако в это же время во

всем мире деревянные конструкции уже динамично используются как в многоэтажном жилом строительстве, так и при возведении общественных и офисных зданий. Проект «Wood City» - новая стратегия по внедрению деревянных технологий. Для её реализации, во-первых, необходимо вооружить предприятия материалом. Во-вторых, заменить нормативы с ориентацией на современные способы изготовления древесины.

Если проанализировать ситуацию в Европе, то можно заметить неплохую продаваемость CLT-панелей, в России можно объяснить умеренный спрос на рынке дороговизной материала. Но следует заметить, что панели смогут заменить металлоконструкции, железобетон и даже кирпич. Хотя в Segezha Group есть такая информация об использовании CLT-панелей поштучно: плата за полностью готовый квадратный метр жилого помещения будет начинаться с 35 тыс. рублей, в то время как в кирпичном домостроении обычная стоимость 1 м² – 45 тыс. рублей.

Строительство из CLT-панелей обязательно покорит всех своим главным преимуществом: легкостью - возможность реорганизации старого ветхого жилья, где запрещено перегружать опоры, и восстановления исторически важных зданий. Велика вероятность внедрения нового материала на рынок, благодаря поддержке со стороны государства с помощью федеральных и муниципальных заказов, обеспечивающих объемы на производствах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технологические особенности возведения многоэтажных жилых зданий из CLT-панелей // Известия КГАСУ.2018
2. *Косов И.И.* Деревянные панели CLT в строительстве общественных зданий. // Международный журнал прикладных наук и технологий. 2019 №2 , с. 19.
3. Деревянное домостроение. Между SIP и CLT // Профессиональное деловое издание по деревообработке "Дерево.RU".2015.
4. *Воякин А.С.* Деревянная альтернатива бетону // Лесная Индустрия. 2013. № 4. С. 38-45.
5. *Бойтемирова И.Н., Давыдова Е.А.* CLT- панели эффективный материал для ограждающих и несущих конструкций зданий. // Вестник научных конференций. 2016. Часть 1 С. 18-21.

Студентка магистратуры 1 года обучения 4 группы ИСА Татарина И.Н.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. Ф.А. Бойтемиров

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ АРМИРОВАННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

Рассматривая вопрос о применении армированных деревянных балок в современном строительстве, следовало бы отметить, что древесина-это природный материал, сочетающий в себе такие ценные свойства как: высокая прочность при малом весе, высокий предел огнестойкости, достаточная пористость, которая позволяет дому «дышать», эстетичный внешний вид, и экологичность. Но при этом древесина обладает и рядом природных "естественных" недостатков, затрудняющих ее использование в современном строительстве в качестве основного материала несущих конструкций. Анизотропия прочности, допустимые пороки древесины, неустойчивость к изменению температуры и влажности, характеризует древесину, как материал относительно нестабильный, склонный к повышенной деформативности, образованию трещин, что отрицательно влияет на несущую способность и долговечность конструкций с ее применением.

Многообразные эксперименты и исследования, проведенные нашими и западными учеными в поисках совершенствования прочностных характеристик древесины, привели к созданию деревянных клееных конструкций. Прочность и возможность изготовления большепролетных конструкций сразу нашли свое применение в строительстве сельхозобъектов нашей страны. Особенно успешным оказалось применение деревянных клееных конструкций в виде трехшарнирных стрельчатых арок пролетом 45 м и высотой 22,5 м., в строительстве несущего каркаса склада минеральных удобрений. В условиях агрессивной среды клееная древесина продемонстрировала надежность и долговечность.

После ряда аварийных отказов конструкции возникла необходимость повышения несущей способности и снижения деформативности клееных балок.

Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций была разработана и успешно внедрена в производство технология армирования несущей конструкции под названием «система ЦНИИСК». Идея усиления деревянных клееных конструкций стальной арматурой, вклеенной под углом к древесным волокнам, принадлежит Турковскому С.Б. Такой метод армирования обеспечил повышение прочности древесины клееных деревянных конструкций при растяжении ее волокон как вдоль, так и поперек.

Основываясь на этой технологии армирования деревянных клееных конструкций, с 1975 года, в нашей стране спроектировано и построено свыше тысячи зданий и сооружений, в том числе уникальных и большепролетных. Система оказалась универсальной и применяется в конструкциях с разным напряженно-деформированным состоянием (для растянутых, сжатых, изгибаемых, сдвигаемых, сжато- и растянуто-изгибаемых элементов).

Сегодня можно назвать целый ряд успешно реализованных в нашей стране большепролетных спортивных объектов, бассейнов, аквапарков и развлекательных комплексов. Терминалов, бизнес-центров и других объектов городской инфраструктуры. Незаменимыми оказались большепролетные клееные деревянные конструкции при возведении складов для хранения химически агрессивных веществ, где применение металлических конструкций просто неприемлемо.

Яркими примерами успеха в отечественном большепролетном деревянном строительстве являются:

- крупнейший в России Новосибирский аквапарк с уникальным деревянным куполом, в разработке которого был применен опыт наших западных коллег.

- Ледовая арена во Владивостоке, полностью возведенная из деревянных материалов.

- Дворец водных видов спорта в Казани был построен к Универсиаде 2013 года. Архитекторы проекта поставили перед собой амбициозную задачу, реализовать из гнотоклееной древесины самые сложные конструктивные и художественные задумки, поставив тем самым этот дворец в один ряд с аналогичными зарубежными объектами.

В числе последних достижений отечественного производства большепролетных клееных деревянных конструкций и архитекторов – ледовый стадион в Красноярске, построенный ко Всемирной зимней универсиаде 2019 года. На этом уникальном объекте из клееной древесины с применением армирования был выполнен купол с пролетом арок до 100 м., на шарнирных узлах, и с двумя тетивами. Этот успешный опыт строительства планируется повторить при возведении аналогичного стадиона в Иркутске.

Следует упомянуть, что первые исследования по армированию деревянных балок в нашей стране принадлежат В.Ю. Шуко. Еще в 60-х гг. XX в. в ходе многочисленных экспериментов, на основе выявленных свойств композитных конструкций, были разработаны методы расчета и технология изготовления армированных деревянных конструкций. На сегодняшний день его ученики и последователи продолжают исследования и эксперименты в поисках простых и эффективных методов совершенствования и усиления древесины.

К вопросу о применении армированных деревянных балок хочу сказать, что сейчас в Европейском союзе реализуется государственная программа «Деревянная Европа», задача которой – довести долю деревянного домостроения к 2020 году до 80%.

Все выше и выше строятся в Европе деревянные высотные здания, которые обладают явным экономическим и экологическим преимуществом по сравнению с высотками из других строительных материалов. Так же активно и успешно применяются в архитектуре общественных зданий большепролетные клееные деревянные конструкции.

Успехи наших Европейских коллег, которые достигли такого высокого развития в деревянном строительстве, и наличие возобновляемых лесных ресурсов России, предполагают перспективность развития этого строительного направления и в нашей стране. Следовательно, вопрос о применении армированных деревянных балок и иных конструктивных решений с вклеенной арматурой остается актуальным, и нуждается в дальнейших разработках и совершенствовании технологии производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *С. Турковский, А. Погорельцев, И. Преображенская, ЦНИИСК //Клееные деревянные конструкции в современном строительстве (система ЦНИИСК)// ЛесПромИнформ. №6 (96), 2013 г.*
2. *Рощина С.И. Армированные деревянные конструкции / С.И. Рощина // Архитектура и строительство России. – № 3, – 2008. – С. 34—39.*
3. *Рощина С.И. Армирование-эффективное средство повышения надежности и долговечности деревянных конструкций/ С.И.Рощина// Известия ВУЗов. Лесной журнал. -№2, -2008.*
4. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2)
5. *Щуко, В. Ю. Клееные армированные деревянные конструкции : учеб. пособие по направлению 270100 "Строительство" / В. Ю. Щуко, С. И. Рощина. - Санкт-Петербург : ГИОРД, 2009 - 128 с.*

НЕОБЫЧНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ В МИРЕ

Круглые и сферической формы зданий привлекли архитекторов ещё с давних времен. Такие формы чаще всего встречались греческой и римской архитектуре. Круглые башни и купольные здания в наше время можно заметить в архитектуре планетариев и театров. В основном в таких зданиях используется круглая форма в поэтажном плане. В своей статье я представляю три уникальных высотных здания круглой формы, которые потрясут наше воображение.

Круглый небоскреб Aldar HQ в Абу-Даби (ОАЭ)

Круглый небоскреб «Aldar» был построен в столице Объединённых Арабских Эмиратов – в Абу-Даби в 2010 году. Сооружение было возведено с применением экологичных и энергосберегающих технологий. Здание в 23 этажа приобрело высоту 110 метров и его площадь составила 61900 м².

Проект был разработан архитекторами бюро «MZ & Partners», в его основу лег образ круглой морской ракушки (так как небоскреб стоит фактически на пляже). Уникальная особенность возведения состоит в том, что при создании выпуклых «половинок» архитекторы [5] не использовали изогнутые стеклянные элементы. Выпуклость удалось достичь используя определенный способ совмещения треугольных стеклянных секций. Небоскреб находится на искусственно созданном участке суши у побережья в районе Аль-Раха. По своей форме небоскреб напоминает и стеклянный диск, который стоит на ребре, и лупу гигантских размеров, и очень большое зеркало, в котором можно увидеть отражение окрестности.

При воплощении проекта в жизнь строители и архитекторы тщательно продумали необходимость небоскреба в большой устойчивости к большим ветровым нагрузкам и воздействиям грунтовых вод.

Также этот небоскреб является одним из первых экологически безвредных построек в Абу-Даби. При его постройке были применены строительные материалы, которые пригодны для повторного использования



Рис. 1. Круглый небоскреб Aldar HQ в Абу-Даби (ОАЭ)

(сталь, стекло, бетон). Правильно организованное естественное освещение способствует экономии электроэнергии. Кроме того, здание имеет подземную автоматическую вакуумную систему сбора мусора.

Круглый небоскреб Guangzhou Circle в Гуанчжоу (Китай)

Над данным проектом работал Джозеф ди Паскуале из AM Progetti Srl, который спроектировал круглое сооружение под названием Guangzhou Circle «Гуанчжоуский круг». Гуанчжоуский круг расположен на набережной реки Чжуцзян и содержит в себе 33 этажа, которые возвышаются на 138 метров. На данный момент это самый высокий из шести



Рис. 2. Круглый небоскреб Guangzhou Circle в Гуанчжоу (Китай)

круглых небоскребов мира. Дизайн этого здания, по мнению автора, отражает в себе древнюю китайскую культуру.

Здание часто сравнивают с пончиком из-за отверстия диаметром в 48 метров в центре небоскреба. На самом деле [2] внешний вид здания перекликается с дизайном древних китайских монет, нефритовыми дисками и нумерологическими традициями фэн-шуй. В действительности же, отражаясь в реке, здание приобретает образ, похожий на двойной нефритовый круг — символ китайской королевской династии, которая правила в этом районе около 2000 лет назад. Также это напоминает цифру 8 или знак бесконечности.

Круглый небоскреб Sunrise Kempinski Hotel в Пекине (Китай)

Небоскреб по форме выглядит, как гигантский шар, похожего на солнце. Он покрыт свыше 10,000 стеклянными панелями, отражающими окружающую природу.

Фасад отеля напоминет восходящее солнце, которое символизирует собой экономику Китая. Днем отель отражает всю окружающую среду [1]: основание - озеро Янка, средняя часть - гору Яншен, а верх - небо.

Символизм прослеживается во всем дизайне отеля: главный вход напоминает открытый рот рыбы (признак процветания), а боковая часть отеля похожа на раковину (благосостояние в китайской культуре). Крыша третьего этажа спроектирована в свободной форме, подобно облаку, которое встречает солнце.

В ночное время небоскреб загорается огромным количеством светодиодов, которые работают за счет гидроэлектричества. Ночью подсветка

отеля не менее впечатляет взгляд, чем то, как он днем отражает собой все окружающее.

Здание имеет высоту 97 метров, охватывая 21 этаж. Главным проектировщиком был Zhang Hai AO. Под его управлением трудилась команда больше 60 человек со всего мира, формируя проект с великолепной консистенцией передовых и классических китайских составляющих дизайна.



Рис. 3. Круглый небоскреб Sunrise Kempinski Hotel в Пекине (Китай)

Строительство отеля длилось около двух лет, в него было привлечено приблизительно 9300 рабочих различного профиля. Несмотря на его размеры, небоскреб Sunrise Kempinski способен выдержать землетрясение до 8 баллов.

Проектировщики [4] потратили большое количество времени и сил как на создание облика, который должен был быть одновременно современным и традиционным, так и в интерьер небоскреба, который проработали не менее тщательно. Интерьер отеля Sunrise, выполненный американским проектировщиком Дилеонардо Дезигном, воздает должное красоте природы и величию архитектуры. Отель включает 306 гостиничных номера, 14 ресторанов и баров, 2 спа, клуб для детей и пагоду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Генералов В.П.* Особенности проектирования высотных зданий. 2009. 184 с.
2. *Харитонов В. А.* Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий. 2014. 241 с.
3. *Иконописцева О.Г.* Эко-дизайн энергоэффективной архитектуры // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. т. 20. №1. С. 41-51.
4. *Генералова Е.М. Е.М., Генералов В.П.* Специфика формирования современной архитектурнопространственной среды городов (на примере Южной Кореи) // Научное обозрение. 2015. №11. С. 46-51.
5. *Николаев С.В. (ЦНИИЭП-жилища).* Высотные здания - это комплекс высокопрофессиональных решений // Жилищное строительство. 2005. № 10. С. 38-40.

ВЛИЯНИЕ ОСТАТОЧНЫХ СВАРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ СВАРНЫХ СТЕРЖНЕЙ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ

Вопросу о влиянии остаточных напряжений (далее ОН) на несущую способность сварных стержней коробчатого сечения посвящено большое количество работ, теоретических и практических исследований в России и за рубежом [1-3]. В результате исследовательской части было выявлено, что напряжения, возникающие от сварки, взаимодействуя с напряжениями от внешней нагрузки, могут повысить несущую способность стержней, а в некоторых случаях понизить несущую способность. Однако влияние остаточных сварочных напряжений (далее ОСН) на несущую способность центрально сжатых стержней выявлено не в полной мере. Обзор литературы показывает [1-5], что влияние зависит от определенных факторов:

- материал стержня;
- распределение ОСН в сечении стержня;
- величина тепловложения при сварке;
- распределение ОСН в сечении стержня;
- соотношение между геометрическими параметрами стержня (гибкость);

В статье рассмотрена методика расчета несущей способности центрально сжатого стержня (рис. 1) с учетом и без учета ОСН при изгибе стержня в плоскости стенки.

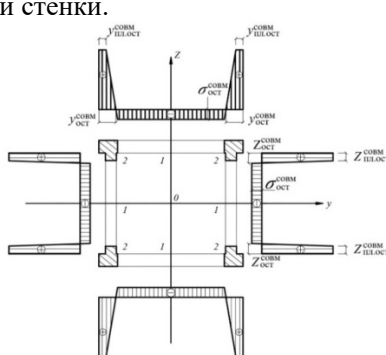


Рис.1 Распределение остаточных сварочных напряжений в сечении

Геометрические характеристики:

$$b_f = 300 \text{ мм}; h_w = 300 \text{ мм}; A = 96 \text{ см}^2 \quad \lambda = 90 (\varphi = 0.644);$$

$$t_f = 8 \text{ мм} \quad t_w = 5 \text{ мм}; \quad K_f = 4 \text{ мм};$$

Материал стержня С235 ($\sigma_T = 2350 \text{ кг/см}^2$);

Коэффициент условия работы $\gamma_c = 1,0$;

Коэффициент надежности по материалу $\gamma_m = 1,05$;

Величина остаточных сварочных напряжений (из таблицы готовых решений)

$$\sigma_{\text{ост.}}^{\text{совм.}} = 300 \text{ кг/см}^2; \quad x_{\text{ост.}}^{\text{совм.}} = y_{\text{ост.}}^{\text{совм.}} = 38 \text{ мм};$$

$$x_{\text{пл.ост.}}^{\text{совм.}} = y_{\text{пл.ост.}}^{\text{совм.}} = 30 \text{ мм};$$

Определяем несущую способность стержня без учета ОСН по СНиП...

$$N = A \cdot \frac{\sigma}{\gamma} \cdot \gamma_c = 96 \cdot \frac{2350}{1.05} \cdot 0.644 \cdot 1.0 = 138\,368 \text{ кг}$$

Определяем несущую способность стержня с учетом ОСН.

$$N_1 = A \cdot \varphi (R_y - \sigma_{\text{ост.}}^{\text{совм.}}) \cdot \gamma_c = 96 \cdot 0.644 \cdot \left(\frac{2350}{1.05} - 300 \right) \cdot 1.0 = 119\,820 \text{ кг}$$

Определяем несущую способность «условного стержня» (рис. 2).

$$N_2 = A \cdot \varphi \left(R_y + \sigma_T + \sigma_{\text{ост.}}^{\text{совм.}} - \frac{N}{A} \right) \cdot \gamma_c = 10.88 \cdot 0.644 \cdot \left(\frac{2350}{1.05} + 2350 + 300 - \frac{119\,820}{96} \right) = 25\,503 \text{ кг}$$

Где $A = 10,88 \text{ см}^2$; $\lambda = 90$; ($\varphi = 0,644$).

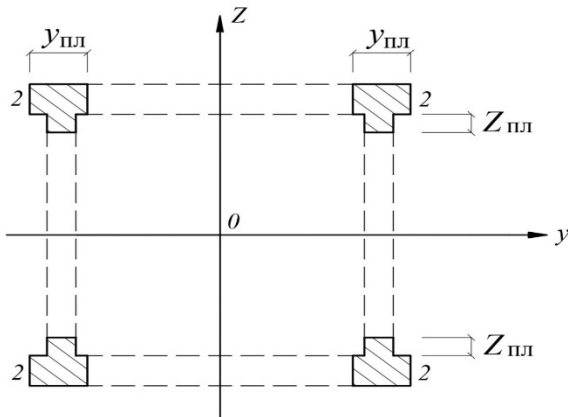


Рис.2 “Условный стержень”

Несущая способность стержня в целом с учетом ОСН рассчитывается по формуле:

$N = N_1 + N_2 = 119\,820 + 25\,503 = 145\,323 \text{ кг}$, то есть остаточные напряжения повысили несущую способность стержня на:

$$\frac{145\ 323 - 138\ 368}{138\ 367} \cdot 100\% = 5,05\%$$

Вывод

В результате было выявлено, что ОСН повышают несущую способность (общую устойчивость) стержней коробчатого сечения при гибкости стержня на 5-7% как при центральном, так и при внецентренном сжатии, причём с увеличением гибкости это влияние увеличивается и при гибкости составляет 8-10%. При уменьшении гибкости величина положительного влияния уменьшается и при гибкости составляет 1-2%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шелестенко Л.П.* Влияние собственных остаточных напряжений на устойчивость сварных стержней / ЦНИИС, Научное сообщение № 76. – М.: Минтрансстрой СССР, 1956. – 32 с.
2. *Ожигин В.В.* Влияние остаточных напряжений на устойчивость центрально сжатых сварных стержней / В: Труды ЛПИ им. Калинина № 262. – М.-Л.: Машиностроение, 1966. – С. 35-46.
3. *Окерблом Н.О.* Конструктивно-технологическое проектирование сварных конструкций / М.-Л.: Машиностроение, 1964. – 419 с.
4. *Хорн М.Р.* Влияние остаточных напряжений на работу пластических конструкций / В: Остаточные напряжения в металлах и металлических конструкциях. – М.: Иностранная литература, 1957. – С. 161-185.
5. *Луи Х., Массоне Ч.* Влияние остаточных напряжений на явления неустойчивости металлоконструкций / В: XIII Конгресс международного института сварки. – Под ред. Г.А. Маслова. – М.: Машиностроение, 1962. – С. 223-232.

УЧЕТ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ПОДБОРЕ СЕЧЕНИЙ СЖАТЫХ СВАРНЫХ СТЕРЖНЕЙ ДВУТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ

В России и за рубежом теме влияния остаточных напряжений на несущую способность сварных стержней двутаврового сечения посвящено большое количество экспериментальных и теоретических исследований. Опыт исследований показывает, что напряжения, возникающие от сварки, могут как повысить, так и понизить несущую способность при взаимодействии с напряжениями от внешней нагрузки. Количественное влияние остаточных напряжений (ОСН) на несущую способность центрально сжатых стержней на настоящий момент исследовано недостаточно. В результате исследований было выявлено, что степень этого влияния зависит от ряда факторов:

- материал стержня;
- соотношение между геометрическими параметрами стержня (гибкость);
- величина тепловложения при сварке;
- распределение ОСН в сечении стержня;

В статье рассмотрена методика расчета несущей способности центрально сжатого двутаврового стержня с учетом и без учета ОСН при изгибе стержня в плоскости стенки.

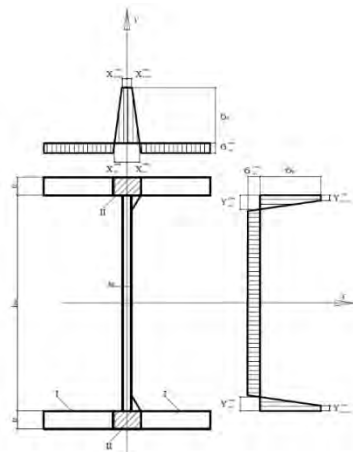


Рис.1. Распределение остаточных растягивающих напряжений.

Геометрические параметры стержня:

$b_f = 300$ мм; $h_w = 300$ мм; $A = 63$ см²; $\lambda = 90$ ($\varphi = 0.644$);

$t_f = 8 \text{ мм}$ $t_w = 5 \text{ мм}$; $K_f = 4 \text{ мм}$;

Материал стержня С235 ($\sigma_t = 2350 \text{ кг/см}^2$);

Коэффициент условия работы $\gamma_c = 1,0$;

Коэффициент надежности по материалу $\gamma_m = 1,05$;

Величина остаточных сварочных напряжений (из таблицы готовых решений)

$$\sigma_{\text{ост.}}^{\text{COBM.}} = 300 \text{ кг/см}^2; \quad x_{\text{ост.}}^{\text{COBM.}} = y_{\text{ост.}}^{\text{COBM.}} = 38 \text{ мм};$$

$$x_{\text{пл.ост.}}^{\text{COBM.}} = y_{\text{пл.ост.}}^{\text{COBM.}} = 30 \text{ мм};$$

Определяем несущую способность стержня без учета ОСН по СП 16.13330.2017.

$$N = A \cdot \frac{\sigma_t}{\gamma_m} \gamma_c = 63 \cdot \frac{2350}{1,05} \cdot 0,644 \cdot 1,0 = 90804 \text{ кг}$$

Определяем несущую способность стержня с учетом ОСН.

$$N_1 = A \cdot \varphi (R_y - \sigma_{\text{ост.}}^{\text{COBM.}}) \gamma_c = 63 \cdot 0,644 \left(\frac{2350}{1,05} - 300 \right) \cdot 1,0 = 78632,4 \text{ кг}$$

Определяем несущую способность «условного стержня» (рис. 2).

$$N_2 = A' \cdot \varphi' \left(R_y + \sigma_t + \sigma_{\text{ост.}}^{\text{COBM.}} - \frac{N_1}{A} \right) \gamma_c = 0, \text{ т.к. } \lambda = 700 \text{ и } \varphi \approx 0.$$

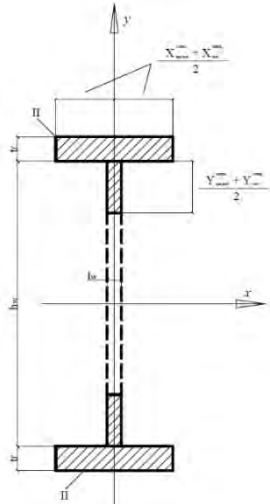


Рис.2. «Условный стержень».

Несущая способность стержня в целом с учетом ОСН рассчитывается по формуле:

$N' = N_1 + N_2 = 78632,4 \text{ кг}$, т.е. остаточные напряжения понизили несущую способность стержня на

$$\frac{78632,4 - 90804}{90804} \cdot 100\% = -13,4 \%$$

Вывод.

В результате было определено, что ОСН снижает несущую способность двутавровых стержней при расчете их в плоскости меньшей жесткости (плоскости полок) при центральном и внецентренном сжатии в интервале гибкостей 40-120 на 12-14%

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ожигин В.В.* Влияние остаточных напряжений на устойчивость центрально сжатых сварных стержней / В: Труды ЛПИ им. Калинина № 262. – М.-Л.: Машиностроение, 1966. – С. 35-46.
2. *Хорн М.Р.* Влияние остаточных напряжений на работу пластических конструкций / В: Остаточные напряжения в металлах и металлических конструкциях. – М.: Иностранная литература, 1957. – С. 161-185.
3. *Шелестенко Л.П.* Влияние собственных остаточных напряжений на устойчивость сварных стержней / ЦНИИС, Научное сообщение № 76. – М.: Минтрансстрой СССР, 1956. – 32 с.
4. *Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А.* Расчет проектирование и изготовление сварных конструкций. М.: Высшая школа, 1977, 760 с.
5. *Окерблом Н.О.* Расчет деформаций металлоконструкций при сварке. - М.; - Л.: Машгиз, 1955, 212 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ВНЕШНИХ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Проектирование каркасов многоэтажных зданий является одной из наиболее актуальных и сложных задач в современном строительстве. Наиболее существенное влияние на формирование напряженно-деформированного состояния каркаса оказывают ветровые и сейсмические нагрузки, которые возрастают с высотой здания [5]. При этом, для обеспечения восприятия ветровых нагрузок благоприятно увеличение жесткости конструктивной системы, а для восприятия сейсмических нагрузок важна некоторое обоснованное повышение горизонтальной податливости каркаса. Поэтому необходимо выбрать оптимальную конструктивную форму здания, балансирующую между показателями жесткости и гибкости. Применение внешних стальных каркасов является одним из путей решения этой проблемы.

Эффективность работы несущего каркаса при размещении его вне поверхностям оболочки здания существенно повышается. При такой конструктивной схеме увеличивается момент инерции горизонтального сечения каркаса, а как следствие улучшаются его изгибная и крутильная жесткости, способность к сопротивлению горизонтальным воздействиям.

Можно выделить по крайней мере три типа конструктивных решений внешних каркасов :

1) Внешние каркасы с безраскосной решеткой («рамная оболочка», «рамная труба»). Здесь горизонтальная жесткость может определяться частым расположением колонн и их жесткими соединениями с мощными ригелями.[1] Достаточно большие размеры сечений элементов, воспринимающих значительные изгибающие моменты, повышают материалоемкость таких каркасов. Примером такой конструктивной системы являются несущие каркасы башен-близнецов Международного торгового центра в Нью-Йорке (рис.1, а).

2) Внешние каркасы с раскосной решеткой. Колонны расположены по внешнему периметру здания и соединены связями. Образованные таким образом внешние вертикальные фермы хорошо воспринимают как горизонтальные, так и вертикальные нагрузки, формируя наружную оболочку в виде решетчатой структуры из диагонально-сетчатых элементов (структура «Diagrid»). Такое решение существенно повышает жесткость и улучшает технико-экономические показатели многоэтажных зданий. На рис. 1, б) изображен каркас здания «Джон Хэнкок-центр» в Чикаго.

Разновидностью данного типа каркаса является система «HexaGrid» [4], где колонны устанавливаются под углом и наряду с восприятием вертикальных нагрузок выполняют также роль ветровых связей и равномерно перераспределяют нагрузки.

Недостатком таких внешних каркасов является затемнение окон внешними пересекающимися элементами решетки.

3) Каркас в виде двуслойной стержневой оболочки (выносной каркас). Несущие конструкции здания расположены также и внутри оболочки и крепятся к диафрагмам внешней структуры.

В данном типе несущих систем применен принцип разделения путей передачи и восприятия силовых потоков. Внутренние элементы каркаса воспринимают преимущественно вертикальные нагрузки, а внешняя оболочка – горизонтальные. На рис. 1, в) изображен проект на строительство новой башни на 425 Парк-Авеню в Нью-Йорке.

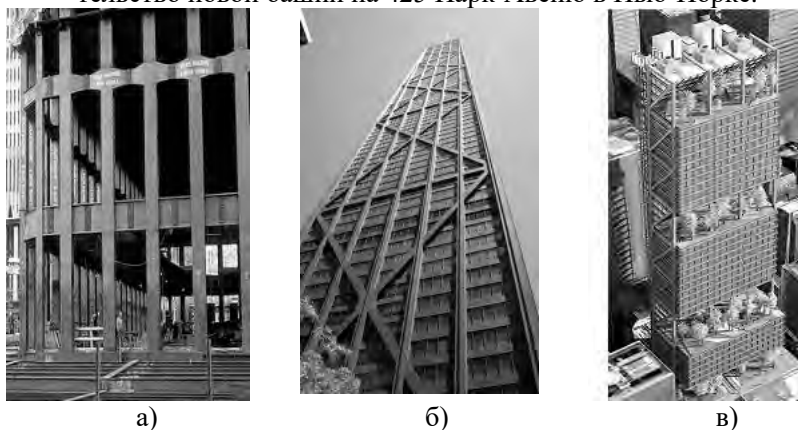


Рис.1. Типы внешних каркасов: а) внешний каркас с безраскосной решеткой; б) внешний каркас с раскосной решеткой; в) выносной каркас.

Применение внешних каркасов направлено на решение проблемы безопасности проектирования и является одним из путей реализации концепции управления поведением многоэтажных зданий [3], определяющей современный подход к решению проблемы обеспечения механической безопасности согласно [6]. Обеспечение достаточной связи элементов (в первом и втором типе каркасов) и реализация альтернативных путей распределения усилий (третий тип каркасов) являются двумя наиболее распространенными решениями проблемы живучести при проектировании многоэтажных зданий [2].

Выводы

Применение внешних каркасов многоэтажных зданий позволяет:

- повысить жесткость и устойчивость каркасов зданий,
- решить проблему их прогрессирующего разрушения,
- увеличить полезную площадь помещений,
- создать современный архитектурно-выразительный облик,
- достичь существенной экономической целесообразности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Баранов А.О.* Конструктивные решения высотных зданий.// Alfabuild, 2018. №3.
2. *Баласаев Н.А.* Проектирование многоэтажных зданий с металлическим каркасом для повышения их сопротивления прогрессирующему обрушению.// Инженерный вестник Дона, 2018. №4
3. *Данилов А.И.* Концепция управления процессом разрушения строительного объекта// Промышленное и гражданское строительство, 2014. №8 – С.74-77.
4. *Разумова О.В.* Принципы формирования архитектуры зданий сооружений и архитектурных комплексов с использованием стальных каркасов.// Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2012 №1-2 – С.53-66.
5. *Теличенко В., Король Е., Каган П., Комиссаров С., Арутюнов С.* Конструктивные решения высотных зданий // Высотные здания. 2008.№4. С. 102-109.
6. ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 №384-ФЗ.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Строительство как отрасль производства всегда стремится к конструкциям с наибольшими показателями эффективности. К таким конструкциям можно отнести сталежелезобетонные, являющиеся одним из примеров формирования новой системы конструктивных элементов в области строительства зданий и сооружений.

Сталежелезобетонные конструкции достигают своей эффективности, по сравнению с привычными конструктивными материалами, за счет основополагающего принципа проектирования. Они объединяют в себе функции двух элементов, различных по структуре и характеристикам: железобетона - воспринимающего нормальные сжимающие напряжения и стали - работающей в зоне нормальных растягивающих напряжений, возникающих в конструкции.

За счет многочисленных возможных вариантов применения сталежелезобетона в конструкциях, появляется необходимость в некотором делении видов на типы по характеру работы.

Первый тип, находит применения в конструкциях для балок и мостов. Изготовление происходит из железобетонного ядра и стальных жестких элементов, таких как двутавр, швеллер и тому подобное, а также профилей, выполняемых при помощи сварки или гнутья, вне его плоскости.

Второй тип, используют для опор, балочных конструкций и колонн. В качестве ядра железобетонного сечения выступают жесткие стальные профили.

Третий тип, так же употребляют в балочных и опорных конструкциях и колоннах. Периметр или грани железобетонного сечения обрамляют стальные элементы (жесткие профили, листовой прокат).

Четвертый тип, нашел свое место в перекрытиях зданий и конструкциях резервуаров. Используя несъемную стальную опалубку (плоские или профилированные листы), добиваются ее работы в железобетонном элементе как рабочей арматуры.

Одной из главных особенностей работы сталежелезобетонных конструкций служит правильным выбором деталей, обеспечивающих совместную работу стальной и железобетонной частей для предотвращения сдвига этих элементов относительно друг друга. Основными объединяющими деталями выступают:

- жесткие упоры, которые передают сжимающие усилия бетону, образуя местное смятие;
- гибкие упоры, работающие на изгиб, при этом у их основания происходит наибольшее смятие бетона;
- анкера (Стад-болт), которые в основном работают восприятия нагрузки на растяжение;
- специальные гофры или выштамповки на стальных профилированных листах, служащие для обеспечения передачи сил сдвига путем зацепления бетона и стального элемента, и также благодаря силам трения;
- отгибы полок и стенок профиля тоже могут служить дополнительным способом предотвращения сдвига элементов конструкции между собой.

Конструкции из сталежелезобетона довольно эффективны, и поэтому имеют ряд преимуществ перед стальными и железобетонными конструкциями:

- экономичность строительства, так как размеры сечений и масса таких конструкций меньше чем железобетонных, следовательно и затраты на материал не такие большие;
- при статических и динамических нагрузках прочность, устойчивость и жесткость таких конструкций значительно выше;
- в трубобетоне за счет эффекта обжатия повышается прочность бетона, а также исключается возможность хрупкого разрушения, что позволяет использовать такие конструкции в уникальных зданиях и сооружениях;
- расход стали в сталежелезобетоне снижается на 10-15% по сравнению со стальными конструкциями;
- повышается уровень пожаростойкости стали за счет защиты ее слоем железобетона;
- преимущества для работы архитектора/проектировщика за счет многообразия форм и цветов, а также возможности получения эстетичных и элегантных конструкций;
- для застройщика применение таких конструкций уменьшает сроки строительства и увеличивает площадь помещений за счет больших пролетов конструкций и небольшого сечения элементов;
- также важным преимуществом таких конструкций является простота в проведении реконструкции и усиления элементов;
- работы по изготовлению конструкций выходят дешевле из-за применения стальной несъемной опалубки как рабочей арматуры, вдобавок повышается производительность труда рабочих;
- возможность скомбинировать комплексные несущие конструкции с наибольшей простотой узловых сопряжений.

При этом сталежелезобетон имеет и свои недостатки, такие как:

- необходимость устройства объединяющих элементов для изгибаемых конструкций;
- появление специфических воздействий из-за перепадов температур, усадки и ползучести бетона;
- сложность реализации совместной работы элементов, из-за чего некоторые части конструкций могут выключаться из работы;
- учет стадийности работы конструкций (последовательное включение в работу частей сечения), трещинообразования и ползучести бетона;
- основной проблемой является эффективность работы конструкций при применении на практике, так как надежность сцепления не всегда обеспечена, а бетон в местах соприкосновения с анкерами разрушается.

Сталежелезобетонные конструкции за счет своих преимуществ над остальными конструкциями уже получили широкое распространение во всем мире в различных областях, от строительства мостов до гражданского строительства.

При дальнейшем изучении и исследовании проблем, которые выделяются на данный момент в сталежелезобетоне, можно получить наиболее экономичный конструктивный материал для массового применения в конструкциях перекрытий зданий различного назначения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кибирева Ю.А., Астафьева Н.С.* Применение конструкций из сталежелезобетона // Экология и строительство. 2018. № 2.
2. *Боброва И.И., Топилин А.Н.* Сравнительный анализ методов расчета сталежелезобетонных перекрытий по Еврокодам и российским рекомендациям // Вестник МГСУ. 2015. №8.
3. *Постанен С. О., Березкина А. Ю., Комиссаров В. В., Постанен М. О.* Сталежелезобетонные перекрытия по профилированному стальному настилу // Молодой ученый. 2016. №26.
4. *Замалив Ф.С.* Экспериментальные исследования пространственной работы сталежелезобетонных конструкций // Вестник МГСУ. 2012. №12.
5. *Астахов И.В., Кузнецов А.Ю., Морозова Д.В.* Исследование работы сталежелезобетонных конструкций // Вестник гражданских инженеров. 2017. №3.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ (ПОВЕДЕНИЕ) МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ.

Пожар – процесс химической реакции горения с выделением тепла, продуктов горения, газовым обменом.

Горение останавливается устранением одного из компонентов горения: горючего вещества, кислорода, температуры.

Общее количество пожаров на планете достигает 6,5 миллионов в год. На здания приходится более 39%.

При пожаре: снижается упругость и прочность; наблюдается пластичность и явление ползучести; после нагрева в конструкциях происходит перераспределение внутренних силовых моментов и продольных сил; при неравномерном нагреве возникают большие температурные напряжения; участки сечения, в которых достигается предельное состояние, выходят из работы, а напряжения в работающих элементах увеличиваются; в опасных сечениях возникают пластические шарниры.

При термических воздействиях в металлах наблюдаются неблагоприятные явления: термически упроченная арматура при температуре 1000 °С, происходит пережог стали. Дефект можно устранить только переплавкой; при интенсивном нагреве стальной поверхности наблюдается окалинообразование, обезуглероживание поверхностного слоя и рост астеничного зерна; при перепаде температур по сечению металлического каркаса сооружения возникают термические напряжения.

Огнезащита – технические мероприятия, направленные на повышение огнестойкости и (или) снижение пожарной опасности зданий и сооружений [2].

Два основных направления - повышение предела огнестойкости конструкций для повышения периода устойчивости здания при пожаре и снижение горючести вспомогательных материалов для сокращения интенсивности развития пожара [3].

Огнезащиту металлоконструкций производят: бетонированием, оштукатуриванием, облицовкой огнестойкими материалами, и методом экранирования.

Виды и способы огнезащиты конструкций из металла (рис.1): конструктивные (ограждение, облицовка); обработка (лаки, краски, грун-

товки, тонкие слои штукатурки, обмазки, мастики); комбинированные методы.

Огнезащитная эффективность – показатель эффективности средства огнезащиты, который характеризуется временем в минутах от начала огневого испытания до достижения критической температуры (500 °С) стандартным стальным образцом с огнезащитным покрытием и определяется методом, изложенным в



Рис. 1. Пример огнезащиты конструкции

разделе 5 ГОСТ 53295 – 2009 «Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности» [3].

При проектировании следует выполнять численный анализ поведения модели при возможных вариантах пожарных ситуаций, производить расчет огнестойкости элементов сооружений с учетом взаимодействия элементов сооружения [4].

Расчет наступления предельного состояния по огнестойкости производится: по пределу огнестойкости потери теплоизолирующей способности вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций, по пределу огнестойкости незащищенных и защищенных металлических конструкций, по пределу огнестойкости критической площади ее сечений [5].

В работах [4], [6], [7] исследуется влияние параметра пожара на НДС конструкций, виды техногенных комбинированных особых воздействий с участием пожара, моделирование факторов пожара горения углеводородов в виде типов горения: огненного шара, пожара разлива, факельного горения, пожара-вспышки.

Заключение:

1. Исследования поведения несущих конструкций зданий и сооружений, а также отдельных ее элементов, при температурных воздействиях преследуют цель разработки инженерных методов анализа и моделирования при их проектировании.
2. Изучению подлежат как весь спектр воздействий, так и характер изменения несущей способности конструкций.
3. Необходимо ориентироваться на применение проверенных программных комплексов и методик, таких как ПК ANSYS, SCAD ++, Лира и другие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил СП 329.1325800.2017 "Здания и сооружения. Правила обследования после пожара" (утв. пр. Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 30 октября 2017 г. N 1490).
2. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53295-2009 "Средства огнезащиты для стальных конструкций. Общие требования. Метод определения огнезащитной эффективности" (утв. пр. Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февраля 2009 г.).
3. *Барышников А.А., Горелов С.А., Мустафин Н.Ш.* Анализ перспективных огнезащитных покрытий металлических конструкций. Региональное развитие. 2016. № 2. С. 6.
4. *Ефрюшин С.В., Юрьев В.В.* Расчетный анализ огнестойкости конструкций с учетом перераспределения усилий при локальных температурных воздействиях. Строительная механика и конструкции. 2018. Т. 4. № 19. С. 97-107.
5. *Орлова С.С., Панкова Т.А., Затицацкий С.В.* Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. Учебное пособие для студентов направления подготовки 280705.65 "Пожарная безопасность" и 280700.62 "Техносферная безопасность" / Саратов, 2015.
6. *Еналеев Р.Ш., Теляков Э.Ш., Тучкова О.А., Осипова Л.Э.* Огнестойкость элементов конструкций при пожарах на предприятиях энерго-технологического комплекса. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2010. № 11-12. С. 25-35.
7. *Ройтман В. М.* Статья «Особенности проектирования огнестойкости конструкций и зданий при комбинированных особых воздействиях с участием пожара». Пожнаука. 2013. Том 22. №7. С. 47-54.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ГРИД-ОБОЛОЧКИ

Пространственные грид-оболочки получили широкое распространение в XXI веке [1]. За последние десятилетия было разработано множество методов расчета сложных строительных конструкций. На основе этих методов создаются программные комплексы, позволяющие выйти за рамки



Рис. 1. Грид-оболочка

простых конфигураций сетчатых оболочек и рассчитать конструкции любой сложности, проектируя объекты различных форм. Это и поспособствовало появлению в свет такой строительной конструкции, как пространственная грид-оболочка .

Главным качеством пространственной грид-оболочки является отсутствие необходимости использования несущих конструкций в виде различных колонн, балок, перекрытий. Конструкция является самонесущей и во многих случаях обладает более высокими несущими свойствами в сравнении с конструкциями другого типа. Это происходит из-за равномерного распределения нагрузок на все стержни конструкции, что практически исключает хрупкое разрушение [2].

Ввиду её эстетических и экономических особенностей, заказчики многих проектов склоняют свой выбор именно в пользу данной конструкции.

Пространственные грид-оболочки стали одним из лучших вариантов для зданий и сооружений больших площадей. Так, Лондонское архитектурное бюро «Charman Taylor» разработало первый в России проект грид-оболочки [3].

Обеспечить малый вес конструкции при сохранении достаточной несущей способности, является парадигмой всех проектировщиков. В связи с этим, принимается решение об использовании стеклокомпозита в качестве основного материала в подобных сооружениях.

Преимущества стеклокомпозита:

- Малый вес конструкций (в 4 раза легче стали и в 1.5 раза легче алюминия);
- Прочность материала, сопоставимая со сталью, что позволяет делать конструкции больших размеров;

- Отличная теплоизоляция, связанная с низкой плотностью материала;
- Долговечность, обеспечиваемая тем, что материал не гниет, не подвергается старению, коррозии, устойчив к воздействию агрессивных сред, не проводит электрический ток и полностью исключают наличие биологических коррозий;
- Экономически выгоднее альтернативных материалов, имеющих схожие характеристики;
- Отсутствие сварных швов позволяет придавать конструкциям более эстетический внешний вид.

Недостатки стеклокомпозита:

- Несовершенство технологии сборки.
- Жесткость. Производство профиля таково, что не позволяет создавать изогнутые изделия.

При проектировании таких конструкций требуется задавать жесткие условия для конструкций узлов стеклокомпозитной сетчатой решетки. Стыковка узлов сетчатой решетки производится при помощи фланцевого или раструбного соединений, а также путем склейки или соединений саморезами и шурупами.

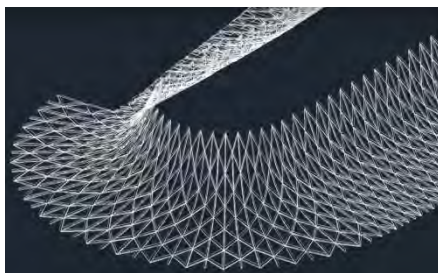


Рис. 2. Проект грид-оболочки

Основной проблемой при изготовлении частей конструкции является малая допустимая погрешность углов между лучами V-образной сетки. Отклонения даже в несколько градусов приведут к изменению формы узла и вследствие чего сборка данной конструкции в размерах пролета здания станет невозможной. Необходимо ориентировать узлы сетки в пространстве по точным координатам.

При монтаже грид-оболочки могут появиться трудности, связанные с прогибами монтируемых элементов. Поэтому, рекомендуется использовать временные опорные конструкции, которые воспримут большую часть монтажных нагрузок.

Пространственные грид-оболочки, безусловно, являются одним из перспективных направлений в строительстве. Об этом свидетельствует неуклонно растущее количество сооружений, выполненных по данной технологии, и интерес заказчиков [4].

Применение сетчатых оболочек можно рассматривать как перспективное направление при строительстве различных объектов, по крайней мере, в качестве фрагментов покрытий. Данная технология имеет боль-

шой потенциал, связанный с неограниченными возможностями архитектурных форм, успешном применении в различных климатических условиях и при прочих неблагоприятных факторах.

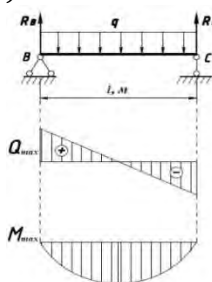
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Парфёнов Е., Коновалов Е.* «Сетчатые оболочки - конструкции XXI века» // Инженерная защита, № 9, июль - август 2015
2. *Кривошапко С.Н.* Металлические ребристо-кольцевые и сетчатостержневые оболочки XIX - первой половины XX-го века // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, №6, 2014. С.4-15.
3. *Хейфец А.К.* 3D модели и алгоритмы компьютерной параметризации при решении задач конструктивной геометрии (на некоторых исторических примерах) // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника», Том 16, № 2, 2016. с. 24-42
4. *Кривошапко С.Н.* Вантовые структуры // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, No. 1, 2016. pp. 9-22.
5. *Лопатин А.В., Барыльникова Е.А.* Конечно-элементное моделирование сетчатых цилиндрических оболочек. 2010.
6. *Грефе Р., Перчи О., Шухов Ф.В., Гаппоев М.М.,* и др. «В.Г.Шухов (1853—1939). Искусство конструкции». Москва: Мир, 1994.
7. *Кривошапко С.Н., Пятикрестовский К.П.* Из истории строительства деревянных оболочек и их возможности в настоящем и будущем // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, № 1, 2014. С. 3-18.

СБОРНАЯ БАЛКА С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ ИЗ ПРОФИЛИРОВАННОГО ЛИСТА

Вопрос о снижении материалоёмкости, а соответственно и стоимости конструкций, – является актуальным на сегодняшний день [1].

Рассмотрим шарнирно опёртую однопролетную балку пролетом l под равномерно распределённой нагрузкой (см. Рис. 1). В балке возникает момент M_{max} (1) и поперечная сила Q_{max} (2), а также нормальные напряжения σ (3) и касательные напряжения τ (4).



$$M_{max} = \frac{ql^2}{8} \quad (1)$$

$$Q_{max} = \frac{ql}{2} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{QS}{Ib} \quad (4)$$

Рис. 1. Эпюры M_{max} и Q_{max} для однопролетной балки

Подбор геометрических параметров сечения при неизменном пролете и неизменной нагрузке заключается в определении момента сопротивления – W и момента инерции – I .

Распределение нормальных σ и касательных напряжений τ в двутавровой балке показаны на рис.2.

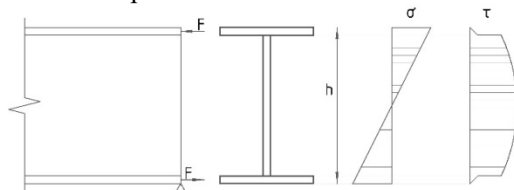


Рис. 2. Эпюры нормальных σ и касательных τ напряжений в двутавровой балке

Момент представляет собой произведение силы на плечо (5):

$$M_{max} = Fh \quad (5)$$

Оптимальным сечением для восприятия нагрузок является двутавровое сечение [2]. То есть материал сечения располагается в зонах наибольших усилий – полке, а стенка двутавра воспринимает касательное напряжение τ . В силу объективных причин, для прокатных профилей – стенка остаётся недогруженной приблизительно на 70%.

Для того, чтобы уменьшить усилия в полках, полки надо разнести по высоте сечения, то есть увеличить высоту сечения стенки, тем самым увеличить момент сопротивления W . Что может быть достигнуто различными способами, например, использование балки с перфорированной стенкой или сварной двутавровой балки. При этом возникает вопрос обеспечения устойчивости стенки, который решается постановкой ребер жесткости. Однако, сечения получаются неразъёмными, то есть используются единой.

В данной работе предлагается балка построечного изготовления (сборная) из отдельных элементов поясов и стенки из гофрированного листа, который призван обеспечить устойчивость стенки. Вся конструкция собирается на оцинкованных саморезах (см. Рис.3).

Балка может быть с параллельными поясами, односкатная или двухскатная – повторяющая эпюру моментов (см. Рис.4) [3]. Для восприятия максимальных поперечных сил в приопорной части стенка может быть дополнительно усилена профилированным листом, что не вызовет особых изменений геометрических размеров, но в разы увеличит несущую способность.

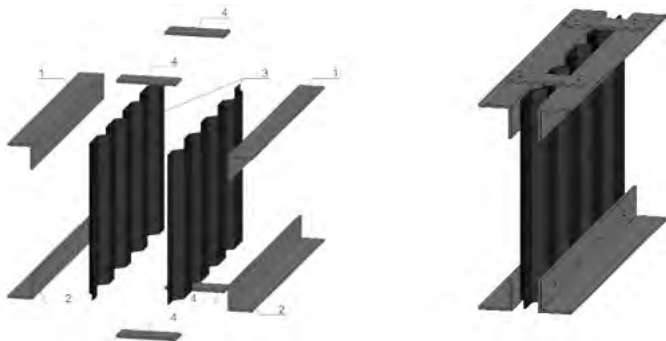


Рис. 3. Схема сборной балки с гофрированной стенкой: 1 – элементы верхнего пояса, 2 – элементы нижнего пояса, 3 – гофрированная стенка, 4 – планки

В качестве поясов балки предлагается использовать прокатную сталь (поз.1, 2. Рис.3) (уголки, швеллеры, двутавры, коробчатое сечение и т.п.) [4].

Гофрированный лист (поз.3. Рис.3) служит стенкой для будущей конструкции. Планки (поз.4. Рис.3), установленные с определенным расчетным шагом, крепятся к элементам проката оцинкованными саморезами и позволяют обеспечить совместную работу элементов поясов.

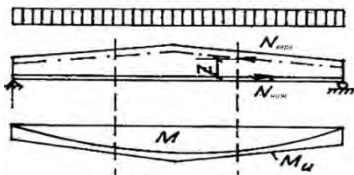


Рис. 4. Эпюра моментов двухскатной балки

Преимуществами такой конструкции являются: многократное использование (сборно-разборность) балки; отсутствие необходимости в высококвалифицированных кадрах на строительной площадке, в следствие простоты раскроя стальных элементов и их сбора в единую конструкцию; доступность материалов; возможность подбора сечения под конкретную нагрузку или диапазон загрузений; выполнение принципа подробности напряжений и вязкости работы соединений.

Оптимальное распределение материала по площади поперечного сечения в соответствии с напряженно-деформированным состоянием элементов – путь снижения материалоемкости строительных конструкций [5]. Этому направлению отвечает применение балки со стенкой в виде гофрированного листа, обладающей и другими важными особенностями.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Плисенко Д.Ю.* Особенности использования балки с гофрированной стенкой в строительстве // В сборнике: Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики. Салагор. 2018. С. 780-782.
2. *Крылов И.И., Кретинин А.Н.* Эффективные балки из тонкостенных профилей // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. № 6 (558). С. 11-14.
3. *Митрофанов С.В., Митрофанов В.А.* Работа балки с гофрированной стенкой с различными профилями гофрирования // Строительство и техногенная безопасность. 2017. № 9 (61). С. 87-92.
4. *Енджиевский Л.В., Крылов И.И., Кретинин А.Н., Фроловская А.В.* Ограждающие и несущие строительные конструкции из стальных тонкостенных профилей // Монография. Москва: Красноярск, 2018.
5. *Карамышева А.А., Языев Б.М., Чепурненко А.С., Языева С.Б.* Оптимизация геометрических параметров двухскатной балки прямоугольного сечения // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3 (37). С. 92.

МНОГОЭТАЖНЫЕ ДЕРЕВЯННЫЕ ЗДАНИЯ

На сегодняшний день масштабы деревянного многоэтажного строительства постепенно увеличиваются. Архитекторы и строители-новаторы активно используют деревянные элементы в своих проектах, как пятиэтажных зданий, так и зданий в десять и более этажей. Существует достаточное количество успешных примеров применения деревянных конструкций в качестве несущих. При каркасной конструктивной системе роль несущих элементов выполняют клееные колонны и балки, при стеновой – перекрестно-клееные панели (Cross Laminated Timber, CLT).

CLT-панели представляют собой монолитную конструкцию, состоящую из повернутых на 90 градусов относительно друг друга ламелей. Каждая из ламелей также является склейкой из досок или брусьев с разнонаправленными древесными волокнами.

Произведённые структурные панели обладают исключительной прочностью, формоустойчивостью и жесткостью [1]. Достоинствами CLT-панелей также низкий процент отходов производства, высокая долговечность и огнестойкость конструкций.

Деревянные конструкции, в том числе CLT-панели, стойко противостоят целому ряду агрессивных химических воздействий, приводящих к разрушению других материалов [4, 5]. Современные способы химической обработки древесины при условии строгого соблюдения требований экологической сертификации значительно повышают её био- и огнестойкость, что позволяет продлить жизненный цикл здания и отказаться от ремонтов, необходимых для борьбы с последствиями коррозии [1].

Исследования и испытания огнестойкости доказывают, что скорость горения CLT-панелей 0,8 мм в минуту. Во время проведения испытаний стена толщиной в 180 мм за час нагрелась с наружной стороны всего на 10 °С. При этом с внутренней ее стороны располагался очаг горения с температурой 1200 °С. Предел огнестойкости зависит от количества слоев в панели. В среднем предел огнестойкости 3-слойных панелей составляет 30 мин, а для 5-слойных – 60 мин. Огнестойкость дерева обеспечивается тем, что во время пожара верхний слой обугливается и создает защитный слой. Процесс образования этого слоя равномерный и не дает высоким температурам расти в теле конструкции.

Существенным преимуществом деревянных конструкций является малый вес, что позволяет применять их при строительстве на слабом основании. Пластичность и податливость дерева являются незаменимыми

в отношении сейсмостойкости. Упругость дерева в совокупности с шарнирными соединениями, повышает их стойкость к динамическим воздействиям [2, 3].

Доказательством успешного применения деревянных несущих конструкций является ряд зарубежных зданий. Одним из первых построенных многоэтажных деревянных зданий был Центр инноваций и дизайна древесины (WIDC), построенный в Британской Колумбии (Канада), высотой 29,5 м (8 этажей). Конструкция состоит из колонн и балок из клееного бруса, CLT-панелей перекрытия и стен.

Среди построенных жилых зданий самые крупные – Treet Bergen в Норегии, Dalston Works в Лондоне.

Treet Bergen (2015, Берген, Норвегия) возведено из 48 модулей, изготовленных с смонтированными инженерными коммуникациями и внутренней отделкой. Расчет каркаса здания высотой 51 м выявил необходимость увеличения устойчивости и сопротивляемости ветровым нагрузкам, поэтому в конструкцию здания дополнительно были включены железобетонные плиты, разделяющие группы модулей на несколько секторов.

Dalston Works (2017, Лондон, Великобритания) – десятиэтажное здание, состоящее из 121 модуля, выполненных полностью из CLT-панелей, начиная с внешних, внутренних и несущих стен до перекрытий и лестниц. За счет этого вес здания равен пятой части бетонного здания такого же размера, а сокращение числа поставок при строительстве достигает 80%.

Таким образом, многоэтажное деревянное строительство, в том числе из CLT-панелей является экологичным, энергоэффективным, быстрым и экономичным по сравнению со сталью и железобетоном. Построенные многоэтажные деревянные здания в Европе и Канаде доказывают, что технологии применения древесины в строительстве в качестве несущих конструкций стремительно развиваются и занимают свое заслуженное место.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 *Вавилова Т.Я., Евграфов А.Н.* Деревянные несущие конструкции – ресурс устойчивости архитектуры // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сборник статей под редакцией: *Бальзанникова М.И., Галицкова К.С., Ахмедовой Е.А.*; Самарский государственный архитектурно-строительный университет. Самара, 2016. С. 159-164.

2 *Вавилова Т.Я.* Синергизм наук в устойчивой архитектуре // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 70-й юбилейной Всероссийской научно-технической конференции по итогам НИР / СГАСУ. Самара, 2014. С. 378-379.

3 Природные материалы в архитектуре / под ред. *Воронцова В.М.*. Белгород: Издательство БГТУ, 2008. 100 с.

4 *Арцыбашева О.В., Асеева Р.М., Серков Б.Б., Сивенков А.Б.* Современные тенденции в области огнестойкости деревянных зданий и сооружений // Сборник научных трудов «Известия ЮФУ. Технические науки». 2013. №8. С. 178-196.

5 *Вавилова Т.Я.* Некоторые архитектурно-типологические направления устойчивого развития среды жизнедеятельности в городах постиндустриальной эпохи // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сборник статей / СГАСУ. Самара. 2015. С. 33-39.

ДОМА СИСТЕМЫ ФАХВЕРК

Слово «Фахверк» имеет немецкое происхождение (нем. «fachwerk», от «fach»-панель, секция и «werk»-система, сооружение). Под влиянием английского языка («framework»-рамное сооружение) термином «фахверк» сегодня стали обозначать различные стоечно-балочные конструкции.

«Фахверк» как отдельный стиль строительства домов зародился и получил широкое распространение в качестве городских зданий в 14-15 вв. в Германии. Он представлял собой жесткий несущий каркас из вертикальных элементов – стоек, горизонтальных элементов – балок, и раскосов. Пространство между деревянными элементами заполнялось глинобитным материалом, камнем. Оконные проёмы делали небольших размеров. Элементы каркаса выполняли как несущую, так и декоративную функцию: расчленили стену и придавали зданию особую архитектурную выразительность.

На сегодняшний день дома системы «фахверк» начали быстро набирать популярность в загородном строительстве. Фахверковый дом



Рис.1 Современный фахверковый дом

представляет собой эстетичное и гармоничное строение, сочетающее дерево, стекло и камень. Экстерьер такого здания очень оригинален и узнаваем. Отличительными особенностями любых домов по системе фахверк являются деревянный каркас со стойками, балками, раскосами, большая площадь остекления, большие свесы кровли. Дом по данной системе выделяется высокими эксплуатационными качествами, долговечностью, небольшой продолжительностью возведения, экологичностью.

Возведение дома по «системе фахверк» начинается с заложения фундамента. Фундамент будущего здания проектируется исходя из размеров

здания, нагрузок, рельефа, типа грунта и др. Основные виды фундамента для фахверкового дома: ленточный, свайный (забивные сваи, винтовые).

Для данной технологии строительства стены являются самонесущими и выполняют лишь разделительную функцию, поэтому могут выполняться из лёгких и недорогих материалов. Несущий каркас соединяется с фундаментом при помощи анкерных болтов, для недопущения образования сырости производится гидроизоляция и теплоизоляция нижней части каркаса.

Для возведения несущего каркаса, как правило, используется клееный брус. Данный выбор обусловлен высокими прочностными характеристиками клееной древесины, минимальной усадкой. Деревянные элементы, составляющие несущий остов фахверковой конструкции, поддаются специальной обработке лакокрасочными составами, что позволяет достичь повышенной огнестойкости а также стойкости к различным воздействиям факторам:

- атмосферными осадкам
- повышенной влажности воздуха
- ультрафиолетовому облучению
- плесневым грибам.

Сборка и соединение каркаса происходит при помощи подрезок деревянных элементов и использования шпилек из нержавеющей металла. В стойках и балках внешнего контура крепежный элемент (шпильку) утапливают на 3-4 см в брус и закрывают термовкладышем (PIR,PPS). Для соединения элементов каркаса могут использоваться такие соединения как: «потайной шип», «ласточкин хвост» и др.. Данные типы соединений изготавливаются с применением современной микропроцессорной техники и высокоточных инструментов, что в значительной мере увеличивает их прочность и долговечность.

Применение рамно-каркасного строительства позволяет добиться решения нескольких инженерных целей:

- сократить сроки строительства
- создать лёгкую и прочную конструкцию
- обеспечить надёжность, долговечность.
- уменьшить объёмы использования древесины (в сравнении с домами из бруса).

Образованные каркасом, внутренние ячейки заполняют звукоизоляционным материалом. Обшивку, как правило, производят антисептическими фанерными плитами. Для использования в качестве внутренних перегородок могут применяться CLT-панели, пеннобетонные и газобетонные блоки. Ячейки, образующие внешний контур стен, заполняют

сэндвич панелями с сердечником PIR. Применение PIR, теплоизоляционного материала на основе пенополиизоцианурата, позволяет достичь необходимого показателя теплопроводности.

На сегодняшний день в фахверковых домах популярно панорамное остекление, оно придаёт уникальный дизайн, визуальное расширение внутреннего пространства, хорошую освещённость. К стеклопакетам предъявляются повышенные требования по энергоэффективности. Кроме того, стеклопакеты должны быть ударопрочными. Наиболее часто используются двухкамерные стеклопакеты. Для обеспечения безопасности в состав стеклопакета входит закалённое стекло (как правило, наружное), и триплекс (внутреннее стекло). Стёкла могут быть с переменной прозрачностью, электрообогревом, возможно применение различных напылений, которые уменьшают воздействие ультрафиолета. Монтаж стеклопакетов производится в заранее изготовленные в теле каркаса пазы.

Крыша при строительстве дома по технологии фахверк, чаще всего выполняется двускатной или односкатной. Широкие свесы крыши защищают здание от прямого воздействия солнечного света и атмосферных осадков. Для теплоизоляции кровли применяют фольгированные PIR плиты, минеральную вату, также могут использоваться сэндвич панели с сердечником PIR

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гавриков Д.С.* Фахверковая архитектура, этапы развития и потенциал исторического наследия. LAP, 2012, 289 с.
2. *Шубина Е.В., Гавриков Д.С.* Принципы экологического строительства в фахверковом зодчестве. УДК, 2013, 7 с.
3. *J. Wiley.* Timber construction manual. American Institute of Timber Construction, 2012, 639 с.
4. *J. A. Sobon.* Historic American Timber Joinery. National Center for Preservation Technology and Training, 2004, 54 с.
5. *C.N.Mindham.* Roof construction and loft conversion. Blackwell Publishing, 2006, 259 с.
6. *Rob Roy.* Timber framing for the Rest of Us. New Society Publishers, 2004, 137 с.

МЕТАЛЛОДЕРЕВЯННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ПРИМЕНЕНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.

Нарастающий интерес иностранных коллег-строителей к совместному применению таких конструкционных материалов как дерево и металл не беспричинен. Широкое применение металлических конструкций обосновано перечнем положительных качеств, среди которых надежность, прочность и лёгкость. Дерево является эстетически выразительным, легко обрабатываемым и экологически чистым материалом, обладает высокой удельной прочностью, а современные методы обработки и технологии значительно улучшают её эксплуатационные качества, расширяя возможности использования дерева как строительного материала.

Россия по объёму древесных ресурсов входит в списки стран-лидеров, что нельзя сказать о уровне её использования: в двадцать раз меньше, чем в Финляндии или Швеции.

Обратим внимание на одно из самых технологичных зданий из массивной древесины- четырёхэтажное конструкторское здание Массачусетского университета площадью более 8000 м².



Рис.1. Конструкторское здание Массачусетского университета в Амхерсте, США.

При строительстве использовались CLT-панели (Cross Laminated Timber), что в прямом переводе «перекрестно склеенное дерево». Эти панели обладают высокой жароустойчивостью, сейсмоустойчивостью и не боятся холодного климата. Ещё одним интересным элементом проекта стали «zipper» фермы с прилегающими стальными фермами (4 деревянных стойки и 4 стальных стержня сходятся в одной точке напоминая «защёлку-молнию»). Фермы охватывают ширину атриума без каких-либо промежуточных колонн.



Рис.2. «zipper» ферма с прилегающими стальными фермами.

Ещё одним примером использования металлодеревянных конструкций в современных технологичных проектах является терминал аэропорта города Джексон. Серьезный инфраструктурный объект похож на домик-шалле, что весьма логично, учитывая наличие неподалеку знаменитого на весь мир природного парка.



Рис.3. Jackson Hole Airport, США.

Необычной скульптурной формой прославилась спиралевидная смотровая башня Пирамиденкогель, каркас выполнен из 16 деревянных колонн и 10 стальных колец. На сбор такой внушительной конструкции (смотровая башня вместе с антенной составляет 100 м) потребовалось всего 8 месяцев.



Рис.4. Смотровая башня на горе Пирамиденкогель (Pyramidenkogel) в Каринтии, Австрия.

Таким образом, зарубежные примеры демонстрируют что металлодеревянные конструкции обладают не только внешней привлекательностью, но и множеством положительных эксплуатационных качеств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Jack A. Sobon*. Historic american timber joinery / Published by the Timber Framers Guild, PO Box 60, Becket, MA 01223 Edited by Kenneth Rower, Director of Publications.2002-54.
2. *Jack Porteous, Abdy Kermani*. Structural timber design to Eurocode 5 / Blackwell Publishing Ltd.2007-542.
3. *Порто Дж., Росс П.*, науч. ред. пер. *Линьков В.И.*. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 5: Проектирование деревянных конструкций. EN 1995-1-1: пер. с англ. – Москва: МГСУ, 2013. – 308с.
4. *C.N. Mindham*. Roof construction and loft conversion fourth edition/ Professional and Technical Books.2006-246.
5. *Лабудин Б.В.* Совершенствование клееных деревянных конструкций с пространственно-регулярной структурой: моногр. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. –267 с.

МНОГОЭТАЖНЫЕ ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Аннотация

С развитием технологий производства строительных материалов из древесины растёт число многоэтажных жилых и общественных зданий. В данной статье приведены примеры реализованных проектов многоэтажных зданий из древесины. На основании рассмотренных примеров выделены основные материалы и технологии, используемые в данном виде строительства.

Целью исследования является возможность распространения многоэтажного деревянного строительства в России.

Деревянное строительство всегда оставалось популярным по всему миру. Благодаря древесине – экологичному и возобновляемому ресурсу – такие здания и сооружения относят к числу высокоэффективных. Лидирующие позиции в строительстве из древесины занимают страны Европы. Так, в Финляндии здания из древесины занимают 40% строительного рынка, в Австрии доля деревянных домов составляет 30%, а в Германии около 20 % домов построено с применением деревянных конструкций [1].

Особый интерес в данной отрасли занимает многоэтажное деревянное строительство, получившее развитие благодаря новым технологиям - использование крупногабаритных перекрёстно-клееных панелей (CLT-panels). Объекты, построенные из CLT-панелей, имеют ряд преимуществ. Во-первых, высокая скорость монтажа конструкций и минимальное количество рабочих на строительной площадке позволяют проводить работы в условиях точечной застройки. Во-вторых, низкая анизотропность модифицированной древесины, благодаря перпендикулярному расположению волокон, способствует увеличению несущей способности и минимизации эффекта усыхания [2].

Благодаря этим качествам, число многоэтажных деревянных зданий растёт с каждым годом. В России только начинает развиваться эта область строительства. Основным препятствием в данном случае является нормативная база. Регламенты пожарной безопасности не учитывают характеристики современных композитных материалов из древесины, в особенности LVL и CLT-panels. В связи с чем, разрешено проектирование и строительство зданий высотой не более 5 метров и площадью – до 500 м².

Тем не менее в нашей стране есть примеры многоэтажных зданий из древесины. Одно из них – это офис компании Good Wood, которая занимается проектированием и строительством экологических загородных домов.

Офис Good Wood Plaza находится в Зеленограде, где расположен весь производственный комплекс компании. Здание имеет стоечно-ригельную схему, с вертикальными связями и системой конструктивных подкосов. Цокольный этаж выполнен в монолите для сохранения рельефа местности и соблюдения действующих норм пожарной безопасности, СП и СанПиНов. Также законодательными особенностями продиктована высота и этажность здания. Нормы гласят, что деревянные здания не могут быть выше 20 м и трех этажей. При проектировании высота этажей была принята 6 м, что позволило разделить их на два уровня [3].

Для строительства было использовано 60 несущих колонн и 600 балок из клеёного бруса (рис.1). Сечение колонны прямо 280x800 мм, что превышает запас несущей способности в два раза. Это связано с возможностью дальнейшего увеличения числа этажей, при условии введения новых строительных нормативов для деревянных зданий.



Рис. 1. Офис Good Wood Plaza в процессе строительства

На всех этапах проектирования были разработаны уникальные конструктивные решения. В частности, одной из проблем являлась возможность расслоения клеёного бруса в конструкциях, принимающих на себя основную нагрузку здания. Для решения проблемы были использованы специальные шпильки с резьбой. Шпильку вкручивают в отверстие столба чуть меньшего диаметра, а снаружи прикрывают деревянными заглушками. Таких шпилек в «Плазе» по шесть в каждой колонне.

Уникальность здания также заключается в его высокоэффективности. Мультифункциональные тройные стеклопакеты, используемые для облицовки фасада, защищают помещения от теплопотери зимой и перегрева летом. Также установлено 328 м² солнечных батарей, расположенных на кровле офисного центра.

Рассмотрим проекты зарубежных компаний. Здесь лидирующую позицию занимает Норвегия, ведь именно здесь находится самое высокое жилое здание в мире - Mjøstårnet высотой 85,4 метра [4]. Основным материалом, использовавшимся при строительстве, — кросс-ламинированная древесина, массив из наложенных друг на друга, проклеенных и спрессованных досок. Этот материал является достаточно крепким для того, чтобы строить из него многоэтажные здания, и при этом плохо горит, не выделяя токсичных отходов. В основе конструкции — клеёный брус, использованный вместо бетонных или стальных элементов.

Также в Норвегии находится уникальный многоэтажный жилой комплекс из древесины - Treet Bergen. Здание включает 62 жилые квартиры, в том числе одно-, двух- и трехкомнатные. При строительстве были использованы специальные модули, где уже были смонтированы все инженерные коммуникации и выполнены отделочные работы. Точность установки элементов каркаса и стеновых панелей, высокое качество сборки и монтажа способствовали минимальному отклонению конструкции по вертикали (не более 3 мм).

При проектировании и расчете здания высотой 51 м инженеры столкнулись с проблемой легкости строительных конструкций из модифицированной древесины. Проблему решили введением железобетонной плиты, разделяющей модули на несколько секторов. Данное решение увеличило способность конструкций сопротивляться ветровым нагрузкам и обеспечило устойчивость здания в целом.

Анализ приведенных зданий показал, что современные материалы и технологии способствуют распространению многоэтажного строительства из древесины. Используемые конструкции отвечают требованиям по несущей способности, пожарной безопасности и экологичности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Беличенко М.Ю., Дроздов В.А.* Строительство многоэтажных зданий на основе древесины // *Перспективний-2016*. 2016. С. 19-22.
2. *Ровнова Е.* Пять самых высоких жилых домов из дерева, технология их возведения и огнестойкость, а также возможное будущее такого строительства // *archi.ru*.
3. *Павлова-Каткова Н.* Брус для работы // *Дом инвестиции*. 2016. № 69. С. 19.
4. *Мишагина А.* Самое высокое здание из дерева построили в Норвегии // *Журнал Теремь*. 2018. *terem-life.ru*
5. *Лимонова М.* Жилье будущего: Небоскрёб из дерева // *journal.n1.ru*.

БАРНХАУС. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ. ОПЫТ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

Барнхаус (англ. barn house) – одноэтажное каркасное здание, которое возводится по двум основным технологиям – финская или американская. Кардинальное их различие – в использовании разных материалов для обшивки. В финской технологии используют ДВП-панели низкой плотности (LDF или MDF), а в американской – более прочную и толстую ориентированно-стружечную плиту (OSB).

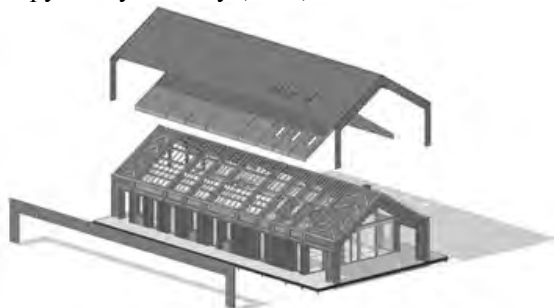


Рис. 1. Взрыв-схема каркасного здания типа барнхаус

В зарубежном проектировании плитам OSB отдают большее предпочтение за счет широкого размерного разнообразия, прочностных и влажностных характеристик. Так же отмечается относительная легкость данных плит, хорошая звукоизоляция, теплоизоляция, малая деформативность и высокая коррозионная стойкость в воде.

Большую популярность барнхаус получил в частном домостроении, но за счет использования всего широкого пространства, в котором минимизировано «съедание» объема конструктивными элементами системы, данную конструкцию можно использовать и в промышленном строительстве в качестве складских помещений, зданий без тяжелых режимов производства (например, обработка пиломатериалов).

Основные задачи – проектирование опорных, карнизных и коньковых узлов и минимизация мостиков холода в них.

Остановимся на конструктивном решении карнизного узла. Основная особенность барнхауса в том, что у крыши нет свеса, что придает архитектурную выразительность и четкость силуэта всего здания. На Рис. 2 продемонстрирована схема естественной вентиляции, осуществляемая за счет дополнительных прогонов и технологического зазора между мау-

эрлатом и стропилами. Так как карнизный узел не имеет свеса, следовательно крепление стропил производится посредством нагелей, скоб и уголков и врубки, это позволяет предотвратить смещения вдоль оси мауэрлата.

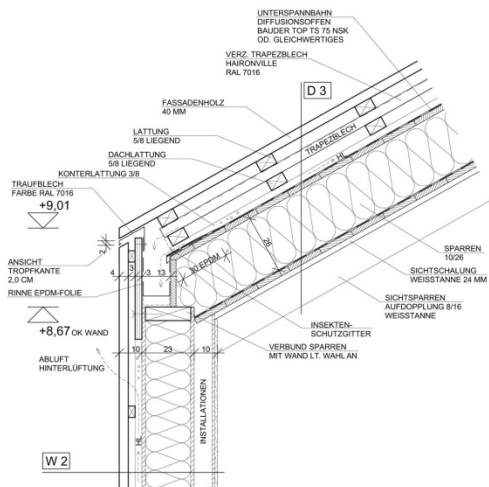


Рис. 2. Схема карнизного узла.

Шарнирное крепление конькового узла обеспечивается за счет небольшого конькового прогона, который может быть врезан или установлен между стропилами.

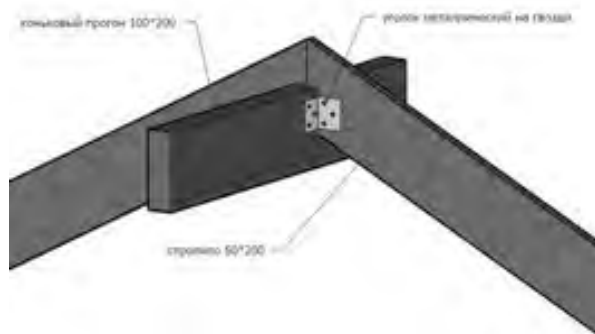


Рис. 3. Схема конькового узла.

Конструкции данного типа чаще всего возводят на УШП (утепленной шведской плите). Для этого на УШП по периметру здания горизонтально устанавливают пропитанные антикоррозионными и огнестойкими смо-

лами брусья. На эти брусья устанавливают вертикальные несущие элементы, которые крепятся с помощью анкерных болтов. Данные нагели проходят сквозь опорный брус и врезаются в УШП.

Учитывая зарубежный опыт, можно отметить, что энергоэффективность таких домов очень маленькая, поэтому следует обращать особое внимание утеплению при строительстве данного типа сооружений в холодных климатических условиях. Стандартная толщина утеплителя принимается примерно 200-300мм, в зависимости от района строительства. Немаловажный фактор играет роль плотность утеплителя. Она должна быть не менее 35-50 кг/м³ для предотвращения скатывания или оседания плит. Мостики холода, образуемые в опорном узле, компенсируются за счет УШП, а вот карнизный стык подвержен пропусканию холода. Для предотвращения этого мостика холода предлагается установка дополнительных термовкладышей.

В нашей стране все большие обороты набирает частное домостроение. Концепция барнхаус удовлетворяет по многим параметрам производства: экологичность, относительно высокие эстетические качества, возможность создания целого ансамбля зданий на одной территории. Но опираясь на конструктивный аспект, можно заметить, что не все зарубежные решения подходят для нашего региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции Актуализированная редакция СНиП II-25-8 [Электрон. ресурс]. – Введен 2017-08-28 / Госстрой РФ. - Стройиздат, – М. 2017.
2. *Jack A. Sobon*. Historic american timber joinery / Published by the Timber Framers Guild, PO Box 60, Becket, MA 01223 Edited by Kenneth Rower, Director of Publications. 2002 - 54.
3. *Jack Porteous, Abdy Kermani*. Structural timber design to Eurocode 5 / Blackwell Publishing Ltd.2007-542.
4. *C.N. Mindham*. Roof construction and loft conversion fourth edition/ Professional and Technical Books.2006-246.
5. *Порто Дж., Росс П., науч. ред. пер. В.И. Линьков*. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 5: Проектирование деревянных конструкций. EN 1995-1-1: пер. с англ. – Москва: МГСУ, 2013. – 308с.
6. *Kesik, Ted J. (Theodore Joathan)*. Canadian wood-frame house construction / First Combined Imperial/ Metric Edition. 1998 – 303.

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕДОВОГО ДВОРЦА

Ледовый дворец – это специальное общественное сооружение, оснащённое ледовой ареной, трибунами для зрителей, объектами инфраструктуры и сложными инженерными сетями, предназначенное для проведения культурно-массовых и спортивных мероприятий (рис.1). Ледовый дворец относится к сооружениям городского значения, которое должно обладать уникальной эргономичной архитектурой, пластикой фасада и удобной компоновкой для комфортного проведения соревнований различного уровня.



Рис 1. Общий вид интерьера ледового дворца

При проектировании ледового дворца решаются вопросы объемно планировочного и конструктивного решения.

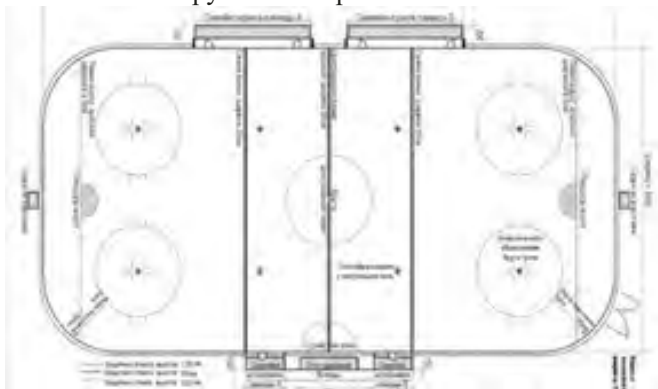


Рис.2. Разметка ледового полотна

1) Ледовая арена, которая должна отвечать международным стандартам по габаритным размерам, т.е. 73х48 м, и качеству ледового покрытия (рис.2). Ледовое покрытие должно иметь разметку для проведения соревнований по хоккею, а также фигурному катанию. По периметру ледовая

арена должна иметь пластиковые борта с установкой прозрачных пластиковых конструкций на углах и вдоль короткой стороны.

2) Конструкция катка включает в себя основание из уплотнённого песчаного грунта, эффективный утеплитель плотностью не менее 30 кг/м², поверх которого устраивается гидроизоляция и бетонная плита с интегрированной системой трубок для хладореагента. Поверх плиты устраивается покрытие из искусственного льда. Для обеспечения постоянного охлаждения ледовой арены, в специально выделенном месте на генплане устанавливается холодильная машина.

3) Зал расположения арены должен иметь трибуны для зрителей, количество которых определяется исходя из расчёта вместимости ледового дворца, проходы, места для размещения команд, расчётное количество эвакуационных выходов.

4) Зал ледовой арены должен иметь информационный экран, комнаты для телекомментаторов, судейское ложе, необходимое оборудование для освещения арены и светопредставлений, а также, музыкальное оборудование и динамики для громкой связи.

5) Необходимо также разработать помещения для культурно-массовых мероприятий – фойе, кафе, буфеты, санузлы, а также полный набор административно-бытового блока – кабинеты для сотрудников, кассы, гардероб, тренерские, раздевалки с душем для спортсменов, помещения для спортивного инвентаря.

6) Участок перед зданием должен иметь расчётное количество парковочных мест для автотранспорта, а также площади перед центральным и дополнительными входам-выходами. Наружное освещение должно охватывать всего эксплуатируемого участка.

Архитектурно-планировочное решение ледового дворца обычно зависит от конфигурации арены и общего числа зрителей на трибунах. Несущие конструкции ледового дворца могут быть металлическими, железобетонными или комбинированными. Последний тип наиболее предпочтителен при строительстве, так как железобетонные стены, колонны, конструкции трибун и перекрытий наряду с большепролётными металлическими конструкциями покрытия обеспечивают высокую надежность всему сооружению. Большепролётное металлическое покрытие способно перекрывать пролёт до 70 м (рис.3).

Металлические несущие конструкции большепролётного покрытия изготавливается на заводе и поставляется на объект в виде отправочных марок, соответствующих транспортному габариту, после чего, собирается в условиях стройплощадки на специально подготовленном стапеле и монтируется в проектное положение большегрузным краном.



Рис 3. Металлическое покрытие ледового дворца

Колонны, поддерживающие большепролетные перекрытия, перекрывающую арену, испытывают большие нагрузки и проектируются как из железобетона, так и из металла.

Несущие конструкции трибун чаще всего проектируются из железобетона, что хорошо сочетается с нагрузками от большого скопления людей и организацией помещений под трибунами.

Фасад ледового дворца в большинстве случаев выполняется вентилируемым с большим количеством витражей и декоративных элементов разной конфигурации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Куйбышев В.В. Крытые стадионы (назначение, классификация, устройство). – М.: Стройиздат, 1973. – 200 с
2. Металлические конструкции / Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С.Игнатъева и др.; Под ред.Ю.И.Кудишина. - М.:Изд.центр «Академия», 2007. - 688 с.
3. Металлические конструкции. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. В.В.Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П.Мельникова) – М.: Изд-во АСВ, 1998. – 512 с.
4. Дыховичный Ю. А., Большепролетные конструкции сооружений Олимпиады-80 в Москве. Москва: Стройиздат, 1982. – 277 с.
5. Энгель Х. Несущие системы / Хайно Энгель; пер. с нем. Л.А.Андреевой. – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 344 с.
6. Гохарь-Хармандарян И. Г., Большепролетные купольные здания. Москва, Стройиздат, 1972, – 149

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ МНОГОПРОЛЕТНОГО ЦЕХА

Многопролетные цеха – наиболее распространенный тип одноэтажных промышленных зданий, широко используемый в различных отраслях промышленности. Основными параметрами при выборе поперечного профиля многопролетных цехов являются не только заданные технологами габариты и типы мостовых кранов, но и такие общестроительные требования, как организация аэрации, освещения средних пролетов и отвод атмосферных вод [1]. В массовом строительстве преобладают одноэтажные крановые многопролетные промышленные здания с одинаковыми пролетами и высотой помещений с продольными свето-аэрационными фонарями (рис.1).

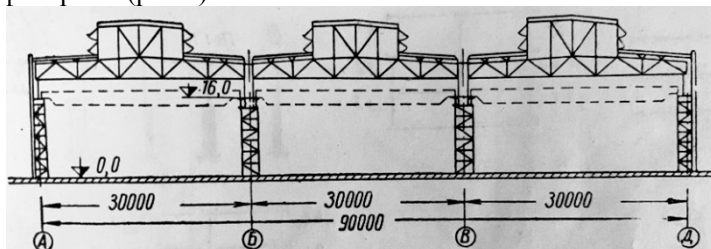


Рис. 1. Поперечный разрез типового многопролетного цеха

При проектировании производственных зданий с одинаковыми высотами и размерами пролетов стремятся максимально использовать однотипные стропильные фермы, колонны и подкрановые конструкции. Это соответствует требованиям унификации, позволяет применять типовые ограждающие конструкции и существенно снижает стоимость строительства. Такие здания проектируют отопляемыми и в них применяются внутренние водостоки для удаления осадков с крыш.

Однако не всегда условия технологических процессов в цехах позволяет устроить внутренние водостоки. В таких случаях устраивают двускатные покрытия зданий посредством установки ферм с параллельными поясами под наклоном на колонны разной высоты [2], а свето-аэрационные фонари располагают поперек здания (рис.3).

В зданиях с разными условиями производства в соседних пролетах приводят к проектированию цехов с разными объемно-планировочными решениями их [2]. Если центральный пролет больше и выше боковых, то в смежных колоннах устраивают консольные выступы на разных уровнях, а покрытие делают скатным (рис.2).

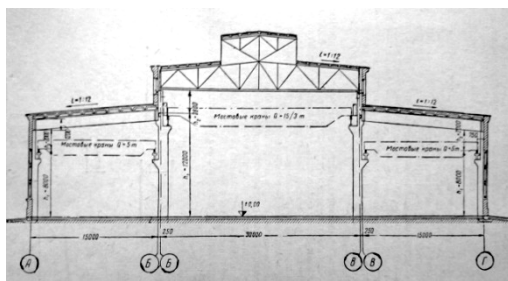


Рис. 2. Поперечный разрез цеха с разными пролетами

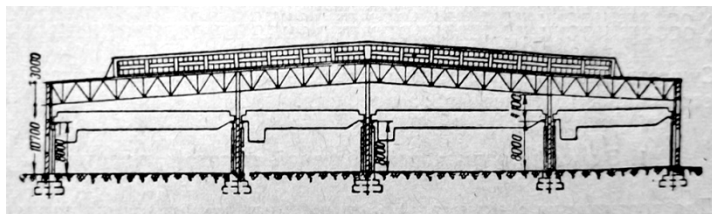


Рис. 3. Поперечный разрез цеха с двускатным покрытием

Важно отметить, что наружные водостоки устраиваются, преимущественно, в неотапливаемых горячих цехах с холодной кровлей и относительно небольшой ширине здания.

Многопролетные цеха с небольшими пролетами и разной высоты могут проектироваться с внутренним водоотводом и без фонарей [3], поскольку в месте перепада высоты устраиваются окна и система аэрации, а фермам придают незначительный уклон (рис.4).

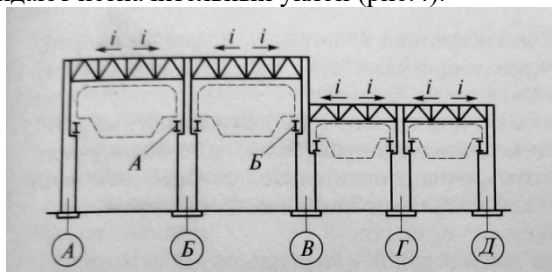


Рис. 4. Разрез цеха с перепадом высоты и небольшими пролетами

В металлургических многопролетных цехах тоже могут быть пролеты разной высоты, тогда в более низком пролете делается односкатное покрытие [3]. Кроме того, внутри таких каркасов устраиваются мощные рабочие площадки одного уровня в разных пролетах (рис.5).

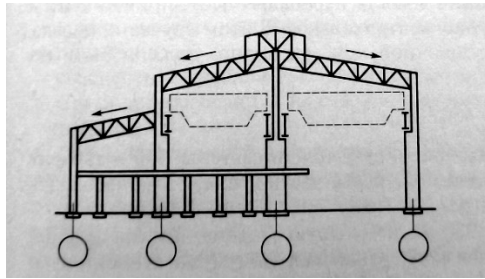


Рис. 5. Разрез цеха с двускатным покрытием, перепадом высоты и рабочей площадкой

В многопролетных цехах одинаковой высоты с целью обеспечения взаимозаменяемости стропильных ферм целесообразно устройство шарнирного их сопряжения с колоннами. В многопролетных зданиях с перепадом высот в разных пролетах сопряжение ферм с колоннами проектируют разными. В высоких пролетах их следует делать жестким, а в низких пролетах – шарнирными. Примыкание стропильной фермы низкого пролета к колонне высокого следует делать шарнирным [3].

В многопролетных каркасах производственных зданий вертикальные связи между колоннами устанавливаются по всем рядам колонн. Вертикальные связи между фермами и поперечные горизонтальные связи по покрытию устанавливаются во всех пролетах, а продольные горизонтальные связи по покрытию устанавливаются по контуру здания и в местах перепада высот [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Муханов К.К. *Металлические конструкции. Учебник для вузов.* М.: Стройиздат, 1978. – 572 с.
2. *Металлические конструкции / Н.С. Стрелецкий, А.Н. Гениев, Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Е.Н. Лессиг; Под ред. Н.С. Стрелецкого.* - М.:Гос.изд-во лит.по стр-ву, арх-ре и стр.матер., 1961. - 776 с.
3. *Металлические конструкции / Ю.И.Кудишин, Е.И.Беленя, В.С.Игнатьева и др.; Под ред.Ю.И.Кудишина.* - М.:Изд.центр «Академия», 2007. - 688 с.
4. *Металлические конструкции. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. В.В. Кузнецова (ЦНИИпроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова) – М.: Изд-во АСВ, 1998. – 512 с.*
5. Шубин Л.Ф. *Архитектура гражданских и промышленных зданий. Т. 5. Промышленные здания.* – М.: Стройиздат, 1986. – 335 с.

КОНСТРУКЦИЯ ОБРАЗЦА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ТИПА SHERPA ДЛЯ СТЫКОВ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК

В настоящее время существуют разнообразные варианты соединений деревянных элементов строительных конструкций. На сегодняшний день актуальны безнагельные соединения на металлических накладках SHERPA, которыми деревянные элементы могут оснащаться в процессе изготовления. В современной литературе нет данных о применении крепежа SHERPA в конструкциях из цельной древесины. На данный момент еще не разработан алгоритм расчета несущей способности таких соединений в сопряжениях главной балки со второстепенными, которая складывается из совокупности сопротивлений накладок SHERPA растяжению-сжатию, смятию древесины, а также выдергиванию и срезу шурупов. Учитывая потребности строительной отрасли, актуальным направлением является разработка эффективного соединения балок, обладающего высокой несущей способностью.

Крепеж SHERPA представляет собой 2 накладки из алюминия, которые после их крепления к деревянным элементам с помощью шурупов образуют жесткое соединение по принципу «ласточкин хвост». При этом обеспечивается надежная передача вертикальных и горизонтальных нагрузок, восприятие крутящих моментов по трем взаимно перпендикулярным направлениям и усилий при растяжении и сжатии [1].

Целью исследований является определение несущей способности соединения деревянных элементов на металлических накладках SHERPA. Большое значение при испытаниях имеет момент передачи усилия на испытываемый образец. Силы трения между боковыми поверхностями соединяемых деревянных элементов образцов отсутствуют, так как между элементами расположен крепеж SHERPA, толщиной 12 мм.

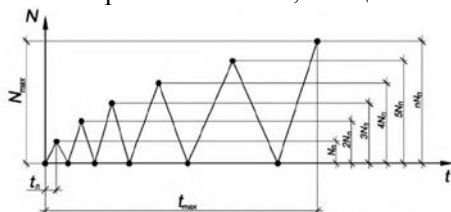


Рис. 1. Диаграмма изменения усилия N во времени при испытании соединения с периодической нагрузкой

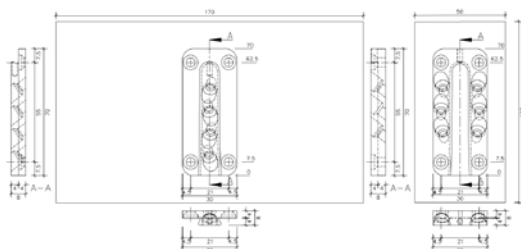


Рис.3. Расположение накладок SHERPA на главной балке (слева) и на второстепенной балке (справа)

В результате испытаний будет получено значение несущей способности соединения, которое будет соотнесено с расчетной несущей способностью крепежа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Погорельцев А.А., Пятикрестовский К.П.* Дальнейшее развитие и совершенствование норм проектирования конструкций из древесины // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 3. С. 35-41.
2. *Погорельцев А.А., Пятикрестовский К.П.* Обоснование нормируемых значений модулей упругости при расчетах деревянных конструкций // Промышленное и гражданское строительство. 2013. № 10. С. 33-36.
3. *Колчунов В.И., Пятикрестовский К.П.* Особенности расчета деревянных конструкций на прочность и по деформациям // Строительство и реконструкция. 2013. № 2 (46). С. 25-32.
4. Пятикрестовский К. П. Силовое сопротивление пространственных деревянных конструкций при кратковременных и длительных нагрузках. URL: www.science-education.ru/116-12663 (дата обращения: 21.07.2012).
5. *Ивакин А.И., Иодчик А.А.* Армирование как средство повышения несущей способности деревянных конструкций // Материалы 59-й студенческой науч.-техн. конф. (апрель 2019 г.). Хабаровск : ТОГУ, 2019. С. 257-260.

ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКОЙ СЕЙСМИКИ

Влияние землетрясения на здания в основном сводится к колебаниям, вызванным быстрыми и повторными изменениями основания (в большинстве случаев в горизонтальном и вертикальном направлении). В то же время строительные конструкции испытывают силы изгиба и растяжения, которые вызывают разрушение. Согласно общепринятым знаниям, сила удара зависит от ускорения движения верхнего слоя Земли, которое определяется механическими свойствами оснований.

Для каркасного строительства с учетом гибкости основания упругость приводит к дорабатыванию каркасного конструкторского проекта. Гибкость основания отражена в частоте, продолжительности и форме естественной вибрации в структуре. Доказано, что проектирование с учетом инерции упругого основания, является очень важным экономическим эффектом и будет более точный прогноз реальных объектов.

Таким образом, можно сделать вывод, что при проектировании жесткой конструкции в высоких сейсмических условиях необходимо учитывать гибкость основания. При этом для "гибкой" конструкции не нужно учитывать гибкость основания.

При начале строительства необходимо изучить выбранный участок для здания, учитывая его назначение с точки зрения геологии, склонности к изменениям, разломов. Здесь должны помочь геологи и сейсмологи. Полезно изучить существующие конструкции, их состояние и наличие повреждений. Затем вы должны выбрать тип здания в соответствии с его назначением и сейсмической бальностью площадки.

Это может быть легкое здание со стальной или алюминиевой рамой, колонны и перекрытия которого имеют соединения, которые превращают его в блок, по подобию пространственного кристалла, геометрически неизменного, способного противостоять не только сжатию, но и сдвигу, изгибу и растяжению.

Объемными конструкциями могут служить пленки, ткани, надувные конструкции, но могут быть стены из легкого армированного монолитного бетона, железобетонных панелей, рифленые или щелеобразные кирпичи, туф. Конструкции, изготовленные из последних двух типов материалов, должны быть усилены. Необходимо, чтобы стены и потолки имели минимальную массу. Кроме того, элементы рамы, их соединения и отверстия в стенах должны соответствовать требованиям для сейсмического ударного воздействия.

Можно отметить, что показатели структурной формы зданий или сооружений значительно выше, чем предполагаемая сейсмичность. Например, когда сейсмичность увеличивается с 7 до 9 баллов, показатели значимости структурных форм увеличиваются в 20-30 раз, в то время как рассчитанные показатели сейсмичности увеличиваются в 4 раза.

Поэтому при оценке сейсмостойкости зданий и сооружений необходимо в первую очередь учитывать показатели структурной формы и ее массы как значительно более значимый параметр по сравнению с параметрами ускорения строительной площадки.

В этом суть показателей сейсмической устойчивости и важность проектирования строительства в сейсмических зонах.

В связи с этим методы решения надежных строительных конструкций и сейсмических сооружений, которые сводятся к улучшению проектных решений формы, являются значимой инженерной задачей.

Существуют основные принципы проектирования стальных каркасных зданий:

1- Здание в целом, его фундаменты и соединения всех конструкций и элементов должны быть амортизированы, имеют буферность и демпферность;

2- Для основания конструкции лучше использовать монолитную железобетонную плиту, которая расположена на гибких сваях или проскальзывает на основании;

3- В качестве другого способа проектирования основания можно реализовать двухслойную сплошную железобетонную плиту. В этом случае нижний слой должен будет уложен непосредственно на грунт. Поверхность нижней пластины должна быть гладкой, и на нее помещается скользящая накладка, позволяющая ей двигаться во время землетрясения.

4- Прочное крепление в соединениях в металлоконструкциях можно обеспечить с помощью демпферных вставок;

5- Проект производственного здания должен быть: все соседние пролеты одной высоты, симметричное расположение элементов каркаса и план в виде прямоугольника;

6- Просматривая разные варианты конструкций для вертикального соединения между колоннами в качестве элемента, наиболее подверженного сейсмическим воздействиям, особенно с высокой сейсмичностью, можно рекомендовать отказаться от вертикальных соединений и принять вариант с рамными рамами не только в поперечном, но и в продольном направлении;

7- В районах с сейсмическими воздействиями или в зонах с большой бальной шкалой трясения, нужно строить здания с рамной конструкцией,

как в продольном, так и в поперечном направлении. Вертикальные соединения желательнее полностью исключить;

8- Если массу ограждающих конструкций кровли уменьшить;

9- Жесткое соединение перекладин со столбцами на узлах;

10-Очень важно, чтобы направление сил в узлах конструкции не меняло путь. Необходимо спроектировать так, чтобы не было концентраций напряжений;

11-При наличии жестких узлов в местах оголовка колонн. Желательно заменить заделки базы фундамента на шарнирное крепление колонн.

12-Несущие элементы рамы и соединения должны быть изготовлены из материалов с высокой прочностью на растяжение. Древесина и пластмассы могут быть использованы для ограждающих конструкций;

13-Минимизация нагрузки на раму, включая собственный вес здания;

14-Снижение ускорения всех структурных элементов рамы и здания в целом.

15-Путем установки фермы промежуточной связи усиливается жесткость здания и жесткость покрытия;

16-Такие швы нужно делать в колоннах, которые находятся в общем фундаменте;

17-Необходимо выполнить электродную сварку, обеспечивающую пластичность швов;

Соблюдение всех этих принципов позволяет стальной раме противостоять самым сильным землетрясениям.

К сожалению, здесь почти ничего не сказано в нынешнем СНиПе, что указывает на необходимость разработки нового документа. для стальных конструкций в сейсмических условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кудишин Ю.И.* Металлические конструкции 13-е издание, исправленное. — Москва: Академия, 2011.
2. СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах»
3. *Ольфати Р.С.* Анализ проектирования стальных конструкций малоэтажных промзданий в условиях высокой сейсмичности// инновации и инвистиции – журнал. 2019. №4. С.287-291.
4. *Alfred Steinle Precast concrete structures / Alfred Steinle, Hubert Bachmann, Mathias Tillmann; translated by Philip Thrift.* Berlin: Ernst & Sohn, 2019. - 272 p
5. Design of steel structures for building in seismic areas: Eurocode 8: design of structures for earthquake resistance. Part 1, General design of steel structures for buildings / *Rafaelle Landolfo, Federico Mazzolani, Dan Dubina, Luis Simões da Silva.* Berlin: Ernst & Sohn, 2018. – 398 p.

ВОЗДЕЙСТВИЯ БОКОВЫХ НАГРУЗОК НА ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

Проектирование каркасов высотных зданий начинают с разработки объёмно-планировочного решения. Устанавливаются основные размеры по высоте, очертания и размеры здания в плане. От выбора очертания и размеров в плане зависит характер работы здания под нагрузкой. Компактные в плане здания (отношение длины к ширине не более 2) обладают похожими жесткости характеристиками в горизонтальной плоскости. Часто в таких зданиях в центре здания располагают ядро жесткости. Протяжённые в плане здания имеют в одном направлении значительно меньшую жесткость, что требует применения конструктивных решений обеспечивающих повышение жесткости в этом направлении. Расчленённые в плане здания состоят из отдельных объёмов, объединённых в центре здания. Такое решение позволяет обеспечить высокую жесткость здания в горизонтальном направлении. При этом обеспечивается хорошая естественная освещённость помещений здания.

Боковая нагрузка является основным фактором при проектировании высотных зданий, потому что они могут вызвать Р дельта-эффект (Р delta- effect). Воздействие второго порядка, вызываемое дополнительным моментом, обусловленным сильным смещением и нагрузкой от собственного веса. На рисунке вы можете ясно увидеть, что такое Р-дельта эффект. Р - вертикальная нагрузка, действующая на конструкцию, а Q- боковая нагрузка, действующая на конструкцию. Когда к конструкции прикладывается боковая нагрузка Q, конструкция качается до смещения Δ . Это может вызвать базовый момент М. Из-за Р дельт-эффекта конструкция может вызвать большую деформацию и опрокидывание.

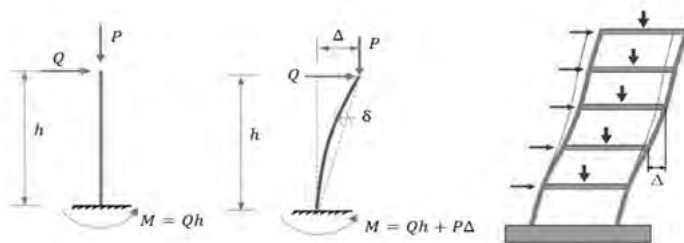


Рис.1 Р-дельта эффект на строительство

Два основных типа боковых нагрузок - это ветровые и сейсмические нагрузки. Ветровая нагрузка обычно является определяющей нагрузкой

в конструкции высотных боковых систем. Для зданий и сооружений необходимо учитывать следующие воздействия ветра:

- а) Основной тип ветровой нагрузки.
- б) Пиковые значения ветровой нагрузки, действующие на конструктивные элементы ограждения и элементы их крепления;
- в) Резонансное вихревое возбуждение;
- г) Аэродинамические неустойчивые колебания типа галопирования, дивергенции и флаттера.

По СП 20.13330.2016 (Нагрузки и воздействия) нормативное значение основной ветровой нагрузки w следует определять как сумму средней w_m и пульсационной w_g составляющих-

$$W = w_m + w_g$$

По норме ASCE-7(США) Базовое давление ветра можно рассчитать как

$$q_z = 0.00256 k_z k_{zt} k_d V^2$$

В настоящее время перед строительством высотного здания проводятся испытания аэродинамической трубы. В МГСУ аэродинамическая труба была установлена в 2015 году. С ее помощью студенты смогут проводить испытания строительных конструкций. Она позволит определять воздействие ветра на здания и сооружения, в том числе небоскребы, висячие и вантовые мосты.

Сейсмическая воздействия не может влиять на конструкцию прямой нагрузкой. Они движутся в волновых действиях и создают сдвиговые напряжения в конструкции. Сотрясения земной поверхности вызывают движение, скорости и ускорения, изменение, продолжительность и характер которых весьма неопределенны и неравномерны. По норме ASCE-7(США), базовый сдвиг из-за сейсмической нагрузки может быть рассчитан по формуле,

$$V = C_s W$$

Расчетная сейсмическая нагрузка может быть определена по формуле,

$$F_x = C_{vx} V$$

Расчетная сейсмическая нагрузка по СП 14.13330.2016 может быть определена по формуле,

$$s_{ik}^j = K_0 K_1 S_{0ik}^j$$

Поскольку боковые нагрузки вызывают разрушение здания из-за эффекта второго порядка, указываются коды, ограничивающие смещение зданий. По таблице Д.4 (сп 20.13330.2016) горизонтальные предельные перемещения и прогибы зданий для высотного здания нельзя больше $H/500$. Допустимое смещение этажа из-за ветровой нагрузки по норме ASCE-7(США) составляет $L/500$ и допустимое смещение этажа из-за сейсмической нагрузки составляет $0.02hs-0.01hs$).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических зонах.
2. *Ольфати Р. С.* Анализ проектирования стальных конструкций малоэтажных промзданий в условиях высокой сейсмичности// инновации и инвестиции – журнал. 2019. №4. С.287-291.
3. *Абашии В.С.* Повышение сейсмостойкости зданий при реконструкции // Студенческий. - 2018. - №21-1(41). - С. 5-7.
4. *Кудишин Ю.И.* Металлические конструкции 13-е издание, исправленное. — Москва: Академия, 2011.
5. *Ольфати Р.С.* Стальные конструкции малоэтажных промзданий в условиях высокой сейсмичности. Москва – 2004 г.
6. *Белаиш Т. А., Рыбаков П. Л.* Здания с подвесными конструкциями в сейсмических районах // Инженерно-строительный журнал. 2016г. №5(65). С. 17-26.

КОМПЛЕКСНАЯ ЗАЩИТА КЛЕЕНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

Строительство, как область деятельности человека, всегда развивалось и продолжает развиваться: осваиваются новые технологии, применяются новые материалы. В современном мире ко всем строительным конструкциям, в том числе деревянным, сформировались следующие требования: экологичность, надежность, долговечность, экономичность, удобство эксплуатации. Условия строительства бывают настолько разнообразными, что для обеспечения этих требований прибегают к различным защитным мероприятиям, увеличивающим срок эксплуатации, повышающим огнестойкость, стойкость к гниению и образованию трещин в клееных деревянных конструкциях (КДК).

В КДК нередки случаи расслоения деревянных элементов и образования трещин, появление которых связано со следующими причинами:

- нарушение условий хранения;

При длительном хранении без защитной обработки, КДК подвергаются атмосферным воздействиям, такие как осадки и УФ-излучение. При увлажнении конструкции атмосферными осадками и воздействии на них солнечных лучей КДК сначала увлажняются, а затем просыхают, что приводит к появлению в них трещин и расслоений.

- нарушение условий эксплуатации.

Одним из типичных нарушений условий эксплуатации КДК в крытых сооружениях – подача в зону их размещения тёплого сухого воздуха, в результате чего относительная влажность воздуха снижается до 25-29%, что приводит к снижению влажности древесины до 6-7%.

Для предотвращения расслоений и образований трещин, по завершении строительства в зоне расположения КДК должны быть обеспечены следующие условия эксплуатации:

- температура воздуха не более 35°C;

- относительная влажность воздуха не менее 45%.

Также применяют конструктивные и химические меры защиты КДК.

Открытые поверхности КДК защищают различными конструктивными элементами такие как: битумно-полимерные самоклеящиеся фольгированные ленты, эпоксидная шпатлёвка на наружные поверхности и герметизирующие ленты в зону стыковки спаренных элементов.

А также применяют различные составы комплексно защищающие от атмосферных воздействий, действию древоразрушающих грибов, и дру-

гих факторов уменьшающих срок эксплуатации конструкции. Вид химических веществ для защиты конструкций и требуемую глубину их проникновения назначают в зависимости от срока службы здания и условий эксплуатации. Для эффективной защиты требуется, чтобы влажность древесины была не более 15%. Однако при влажности древесины 40-70% возможна обработка легкорастворимыми и легкопроникающими составами.

К средствам, используемым для пропитки древесины, выдвигаются определённые требования. Они должны быть высокоэффективными по отношению к плесневым, дереворазрушающим грибам, хорошо проникать в древесину, иметь низкую коррозионную агрессивность, обеспечивать долговременную защиту и одновременно быть безопасными для людей. Российский рынок предлагает широкий выбор химических средств защиты древесины, отвечающих выше указанным требованиям.

Что касается огнезащиты клееных деревянных конструкций, в соответствии с СП 112.13330.2011 «Пожарная безопасность зданий и сооружений», характеристикой огнезащиты является предел огнестойкости, который устанавливается по времени наступления одного или последовательно нескольких признаков предельных состояний и исчисляется в минутах.

Можно выделить несколько способов повышения огнезащиты конструкций. Одним из них является применение пропиточных огнезащитных средств – антипиренов, которые не повышает предела огнестойкости конструкции, но увеличивает время до начала воспламенения до 30 минут в зависимости от толщины наносимой краски.

Второй способ предназначен именно для повышения предела огнестойкости конструкции. Эта цель достигается несколькими путями:

- увеличение сечения конструкции;
- оштукатуривание;
- обшивка огнезащитными плитными или волокнистыми материалами.

Примерами таких обшивок являются плиты вермикулитовые, силикатные, гипсоволокнистые, гипсокартонные. У каждого из этих материалов есть свои достоинства и недостатки. К примеру, при относительно низкой цене, гипсоволокнистые и гипсокартонные плиты после 15-20 минутного воздействия огня растрескиваются и обрушаются. Вермикулитовые плиты не обладают достаточным эстетическим видом, но возможна их внешняя облицовка гипсоволокнистыми и гипсокартонными плитами. Силикатные обладают эффективными огнезащитными и влагостойкими свойствами, большим недостатком является их высокая стоимость.

Конечно же, использование обшивки огнестойкими материалами для повышения огнезащиты здания, не всегда экономически целесообразно, либо вовсе невозможно.

Предел огнестойкости клееных деревянных конструкций зависит от геометрических размеров конструкции, прилагаемой нагрузки, типа конструкции и других факторов. В каждом из вышеназванных способов желательнее проводить расчеты и испытания для каждого конкретного случая с обязательным учетом условий эксплуатации.

Комплексная и качественная защита клееных деревянных конструкций повышающая огнестойкость конструкции, препятствующая расслоению и растрескиванию элементов, а также обеспечивающая биозащиту древесины, может значительно увеличить срок службы конструкции, сохранить при этом внешний вид и прочностные свойства деревянных элементов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Серов Е.Н., Санников Ю.Д.* Проектирование клееных деревянных конструкций. Ч. II. Проектирование рам из прямолинейных элементов. СПб., 1998.
2. *Филимонов Э.В., Ермоленко Л.К., Гаппоев М.М., Гуськов И.М., Линьков В.И.* Конструкции из дерева и пластмасс. М.: АСВ, 2010.
3. *Антипов Д.В.* Прочность и деформативность клеедеревянной балки с учетом времени, влажности и температуры эксплуатации. М.: АСВ, 2010.
4. *Ладных И.А.* Современные тенденции в области усиления деревянных конструкций /И.А. Ладных// Вестник СевКавГТИ. – 2017. - №3(30) – С. 128-133.
5. *Щуко В.Ю., Рощина С.И.* Армированные деревянные конструкции в строительстве: учеб. пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2002. 68

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ УГЛЕРОДНЫХ ЛАМЕЛЕЙ



Рис. 1. Углеродистая ламель

В современном мире большое внимание уделяется проблеме обеспечения надёжности различных строительных конструкций, как при возведении здания или сооружения, так и при эксплуатации. Восстановление и ремонт строительных конструкций, в настоящее время, предполагают значительные вложения материальных и временных ресурсов. Традиционные методы усиления деревянных конструкций с помощью вклеенной металлической арматуры, стальных уголков, затяжек, натяжных хомутов достаточно трудоемки в исполнении, именно поэтому находят широкое применение композитные материалы.

Углеволокно обладает множеством преимуществ, таких как: высокая прочность на растяжение и модуль упругости (не менее 300000 Мпа), легкость, стойкость к коррозии и относительно малые затраты при производстве. Проектирование, восстановление и усиление конструкции с помощью углеволокна становится все популярнее. В особенности, внешнего армирования с применением так называемых, ламелей - пластин из армированного углеволокном полимера, которые получают путем непрерывной протяжки через клеящий состав и полимеризации в заводских условиях.

Усиление с помощью углеродных ламелей происходит путём внешнего армирования деревянной конструкции. Осуществляется этот метод путём наклеивания на поверхность деревянного элемента высокопрочного углеволокна. Углеродная ламель начинает воспринимать на себя часть нагрузки, при этом повышается несущая способность деревянного элемента. Связующим материалом для склеивания являются конструкционные адгезивы на основе эпоксидных смол и минерального вяжущего. При применении данного способа усиления не теряется полезный объём помещения и не увеличивается вес конструкции – т.к. толщина усиливающих элементов составляет от 1 до 5 мм.

Существует два основных способа внешнего армирования: наклейка на адгезив в предварительные пропилы и приклеивание ленты к поверхности конструкции. Первый способ наиболее эстетичен, т.к. позволяет сохранить первоначальный вид балок и сделать усиление незаметным.

Углеродные ламели в деревянных конструкциях применяют в следующих случаях:

- при увеличении несущей способности в процессе ремонта и реконструкции строительных объектов;
- при необходимости увеличения эксплуатационных нагрузок на конструкцию;
- при необходимости дополнительно ограничить образование трещин на поверхности деревянного элемента;
- сейсмоусиление, применение в сейсмически опасных районах (7, 8 и 9 баллов) позволяет снизить сейсмические нагрузки в 1,5–4 раза и повысить сейсмическую стойкость на 1–2 балла;
- при необходимости увеличения жёсткости конструкций;
- при изменении статической схемы конструкции (удалении стен, фрагментов перекрытий);
- исправление ошибок проектирования и строительства.

Усиление углеродными ламелями используется для конструкций эксплуатируемых при температуре не выше 60°C.

По сравнению со сталью углеродные композитные материалы имеют некоторые преимущества:

- плотность у стали 7,85 г/см³, у ламели 1,5–1,6 г/см³;
- коэффициент температурного расширения у стали $11,7 \times 10^{-6}$, а у ламели от 1 до 0 в продольном направлении, т.е. практически как у древесины.

При действии растягивающих усилий на ламель, возникающие в ней напряжения и деформации имеют линейную зависимость вплоть до разрушения, поэтому расчёт по прочности ведётся в линейной постановке. Расчёт по деформациям можно не производить, т.к. толщина ламели незначительна и не скажется на изгибной жёсткости, а некоторое незначительное увеличение момента инерции идёт в запас по прогибам.

Необходимо отметить, что углеродные композитные материалы имеют различные прочностные и деформационные характеристики в зависимости от исходных материалов и технологии изготовления. У известных на сегодняшний день углеродных ламелей минимальные характеристики соответствуют углеродистой стали, а максимальные могут превышать на порядок эти характеристики.

Технология усиления конструкций углеволокном является эффективным методом восстановления и увеличения несущей способности любых

строительных конструкций. Обладая высокими эстетическими свойствами данный вид усиления возможно использовать так же при реконструкции памятников архитектуры. Основным препятствием, сдерживающим массовое использование композитных материалов при проектировании восстановления конструкций зданий и сооружений, является высокая стоимость. В будущем, если стоимость композитных материалов снизится, данный опыт можно будет перенести и на усиление рядовых конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Щуко В.Ю., Рощина С.И.* Армированные деревянные конструкции в строительстве: учеб. пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2002. 68
2. *Крицин А. В., Д. М. Лобов, А. В. Тихонов* Исследование деревянных элементов, усиленных углеродным волокном при статическом изгибе //Приволжский научный журнал. 2012. № 4. -С. 55-60.
3. *Быков А.А., Калугин А.В.* Особенности использования композиционных материалов при усилении изгибаемых железобетонных конструкций // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. - 2013. - № 3. - С. 54-71.
4. *Ладных И.А.* Современные тенденции в области усиления деревянных конструкций /И.А. Ладных// Вестник СевКавГТИ. – 2017. - №3(30) – С. 128-133.
5. *Лобов, Д.М.* Область возможного применения углеродного волокна при усилении деревянных изгибаемых элементов //Технические науки: сб. тр. аспирантов, магистрантов и соискателей.-Н.Новгород: ННГАСУ, 2014. 49-53
6. *Лобов Д.М., Ламзин Д.А.* Усиление несущих деревянных конструкций памятников архитектуры и объектов культурного наследия // Великие реки 2014: тр. конгресса 16-го Междунар. науч.-пром. форума: в 3-х т. Н. Новгород: НГАСУ, 2014. С. 178-179

ДИАГНОСТИКА ПОВРЕЖДЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

При наличии дефектов в деревянных конструкциях необходимо проводить техническое обследование, основная цель которого заключается в экономической целесообразности ремонта и усиления конструкций, или фиксации аварийного состояния и выдача рекомендаций по дальнейшей разборке и замене конструкций. Обследование осуществляется на основании технического задания, в котором отражены такие исходные данные, как технический паспорт объекта, чертежи проекта, исполнительная документация, акты скрытых работ, результаты предыдущих обследований и изысканий. Также осуществляется организация доступа к обследуемым конструкциям и составляется программа работ, включающая в себя основные этапы:

- предварительный осмотр конструкций, на котором определяются места вскрытий (полы, потолки, и другие элементы), места протечек, участки стен, разделяющие отапливаемые и неотапливаемые помещения, через которые проходят несущие конструкции. Кроме того оценивается общая устойчивость здания;

- изучение технической документации. При отсутствии соответствующей документации в техническом задании выполняются обмерочные чертежи здания и определяются детальные размеры элементов и их сечений, узлов сопряжений обследуемых конструкций. Все обнаруженные дефекты указываются в ведомостях и наносятся на чертежи. Графические материалы сопровождаются характеристикой выявленных нарушений. Определяются величины постоянных нагрузок и схемы их приложения, производится необходимая фотофиксация;

- выявление расхождений предварительного осмотра с исходными и обмерочными чертежами. Определение точных геометрических размеров, необходимых для создания расчётных схем при проведении проверочных расчётов несущих конструкций и элементов каркаса здания или сооружения;

- при обнаружении дефектов и повреждений, которые могут оказывать влияние на надёжность и устойчивость деревянных конструкций, выполняется их детальное обследование. Оно включает в себя либо сплошное, либо выборочное освидетельствование конструкций, на усмотрение специалистов проводящих обследование;

- контроль влажности древесины оценивается либо с использованием электровлажгомера, либо прямым способом, при наличии лабораторного

оборудования (электронные весы и сушильный шкаф). В этом случае сострагивают с поверхности небольшое количество древесины и укладывают в герметически притёртые «бюксы», для дальнейшей доставки их в лабораторию и проведение всех стандартных процедур по определению влажности древесины.

Материалы обследования оформляются в виде научно-технического отчёта по методике государственного стандарта.

Основные технологии усиления клееных деревянных конструкций:

1. Усиление протезами путем наращивания сечения.

Данный способ применяется путём наращивания удаленных элементов строительной конструкции с помощью протеза, включаемого в состав усиливаемого элемента.

2. Усиление клеевыми составами.

Применяется для заполнения трещин, а также для усиления расслоившихся швов с помощью нагнетания клеевого состава в заранее просверленные отверстия.

3. Усиление склеиванием стальных стержней и болтов:

В предварительно просверленные глухие отверстия склеивают болты с резьбой на всю длину стержня. Глухое отверстие заполняется клеем, вводимым специальным шприцем, до половины глубины.

4. Усиление хомутами и стяжными болтами.

Применяют при расслоении швов клееных деревянных конструкций. При установке данные элементы начинают воспринимать растягивающие усилия действующие на конструкцию.

5. Усиление нашивкой накладок.

Применяется для сильно деформированных элементов имеющих расслоения и глубокие трещины. Накладки устанавливаются и скрепляются по всей длине конструкции с двух сторон.

6. Усиление металлическими зубчатыми пластинами (МЗП).

Данные конструкции устанавливают попарно и симметрично по обе стороны конструкции в зоны расположения трещин, для предотвращения их развития. Благодаря наличию с рабочей стороны пластины зубьев разной формы и длины, обеспечивается высокая прочность крепления с древесиной.

7. Усиление углеволокнистыми материалами.

Данная технология представляет собой наклеивание углеволокна с применением эпоксидной смолы для увеличения несущей способности и в целях обеспечения жесткости конструкции.

8. Усиление с изменением конструктивной схемы.

Применяется при возможности установки дополнительных опор (раскосов, стоек и других элементов), которые улучшают работу конструкции, но при этом уменьшают полезную площадь помещения.

В процессе эксплуатации конструкций выполненных из клееной древесины неизбежно появляются аварийные участки, требующие безотлагательных действий по усилению данных зон. На данный момент существует большое количество решений, позволяющих осуществить усиление и ремонт конструкций. Выбор того или иного метода зависит от технического состояния конкретной конструкции, а соответственно требует диагностики повреждённых участков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Конев А.А.* Металлозубчатые (гвоздевые) пластины — МЗП: для изготовления деревянных стропильных ферм.
2. *Келемешев А.Д.* Обследование и усиление зданий. Учебное пособие для студентов специальности 5В072900 – «Строительство» - Алматы:КазГАСА,2011–98с.
3. *Карельский А.В., Журавлева Т.П., Филиппов В.В., Лабудин Б.В., Мелехов В.И.* Технология усиления клееных деревянных конструкций металлическими зубчатыми пластинами. Лесной журнал, 2018. №1.
4. *Егоров В.В., Алексашкин Е.Н.* Способ усиления балки предварительно напряженным шпренгелем.
5. *Калугин А.В.* Деревянные конструкций. Ассоциация строительных Вузов, 2003.

Студент 4 курса 3 группы ИСА Беглянин Д.В.

Студентка 4 курса 3 группы ИСА Глазкова В.В.

Студентка 4 курса 2 группы ИСА Полякова В.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, Т.Г. Рытова

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ НАПРЯГАЕМЫХ ТЯЖЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ НЕРАВНОМЕРНЫХ ОСАДКАХ ФУНДАМЕНТОВ

При строительстве и эксплуатации каменных зданий часто можно наблюдать повреждения конструкций, которые приводят к снижению прочности, устойчивости, долговечности здания и отдельных ее частей.

При эксплуатации зданий с кирпичными стенами часто происходят деформации стен, приводящие к предаварийной ситуации. Под воздействием атмосферных осадков, температурных и ветровых воздействий, в связи с возможными ошибками на стадии проектирования и строительства, при неравномерных осадках оснований на стадии эксплуатации здания, в каменных конструкциях появляются трещины, которые раскрываются и расширяются с течением времени [1].

В зданиях с несущим каркасом из стальных элементов и ограждающими конструкциями из каменной кладки при отсутствии необходимой анкеровки их к элементам каркаса происходит перемещение стен от вертикали, образуются трещины в них.

При неравномерных осадках оснований здания в стенах возникают растягивающие напряжения, приводящие к образованию трещин.

Чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию здания с деформированными стенами из-за осадок, предусматриваются мероприятия по усилению стен, восстановлению пространственной жесткости.

Самый оптимальный метод, позволяющий уменьшения и ограничения раскрытия трещин в стенах, это применение арматурных поясов и металлических предварительно-напряженных тяжей. Что ограничит деформированию стен в горизонтальном направлении.

Обычно напряженные металлические пояса и тяжести устанавливаются в уровне перекрытий. Сжимающие усилия в тросах гасят растягивающие усилия от внешних нагрузок, в том числе от отпора грунта. При выполнении предварительных напряжений тросами происходит перераспределение нагрузок на грунт, повышается пространственная жесткость стенового остова. Поскольку при перераспределении нагрузки на грунт происходит выравнивание их по площади подошвы фундамента, то уменьшаются расходы на усиление стен и фундаментов. [2-4].

Возникают определенные сложности в выполнении предварительного напряжения тяжей и в обеспечении надежного закрепления шпильки в узле крепления тяжей.

В работе [5] предложен способ укрепления узла с накладками (рис 1.). Данный способ заключается в следующем: создается предварительное напряжение тяжей расчетным усилием, затем шпилька диаметром 24 мм приваривается к металлическому поясу, для придания креплению жесткости, с поясу параллельно шпильке привариваются две накладки диаметром 25 мм. При использовании данного метода снижается дополнительное раскрытие существующих трещин.

Данный способ усиления напрягаемыми стальными тяжами позволяет в условиях городской застройки решить задачи обеспечения сохранности стен, в целом повысить жесткость и трещиностойкость здания, получить повышение допустимых дополнительных деформаций для существующих зданий и сооружений. Предложенный способ укрепления узла накладками можно использовать при создании предварительно-напряженных ферм.

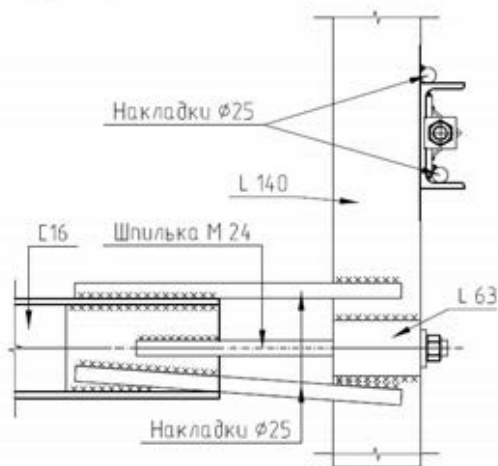


Рис. 1. Постановка накладок усиления стены (накладки из арматуры диаметром 25 мм привариваются после создания предварительного напряжения тяжей болтовыми соединениями)

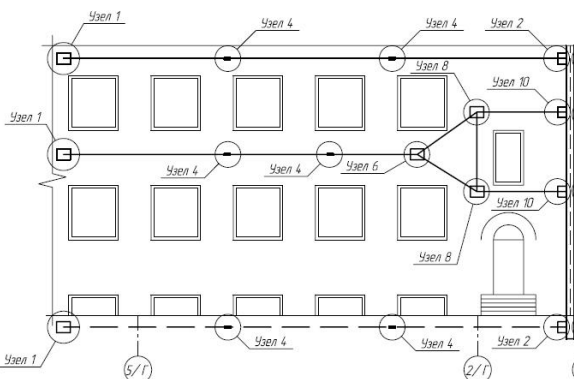


Рис. 2. Схема фасада с расположением напрягаемых тяжей

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР.—М.,1984 г.
2. *Нечаев Н.В.* Капитальный ремонт жилых зданий // Н. В. Нечаев. - М : Стройиздат, 1990. - 207 с.
3. *Павлова М.О., Моськина О.Ю., Пыхяла Я.Э.* Современные исследования и разработки способов ремонта, реконструкции, реставрации и мониторинга каменных конструкций в России и Европе// Технологии строительства. - №3. - 2009 г.
4. *Ицук М.К.* Причины дефектов наружных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки // Жилищное строительство. - №3. - 2008 г. - С. 28–31.
5. *Рытов С.А., Вишняков Ю.В., Бабаев В.Н.* Закрепление кирпичных стен стальными тяжами // Строительство и реконструкция. – 2012. – № 2 (40). – С. 33-37.

ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ОСАДОК И ВОЗМОЖНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ УСТРАНЕНИЮ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ

Все нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации зданий и сооружений, передаются фундаментами на грунт основания. Под действием нагрузок, грунт сжимаются и возникают осадки здания. Со временем осадки стабилизируются. На практике часто при неравномерном распределении нагрузки на грунт, деформации продолжаются более длительный период, при этом происходят неравномерные осадки, изменяющиеся во времени (прогрессирующие, меняющие направление и т.д.). Зачастую неравномерные осадки приводит к созданию аварийных ситуаций. В свою очередь неодинаково влияние осадок на здания и сооружения различных конструктивных схем.

К причинам возникновения неравномерных осадок, указанным выше, также относятся, техногенные процессы, связанные с деятельностью человека, воздействие окружающей среды, а также ошибки при проведении инженерных изысканий и проектировании, нарушения технологии производства строительных работ и правил технической эксплуатации.

Фактор влияния неравномерных осадок фундаментов промышленных зданий сказывается как на несущих конструкциях, так и на технологическом оборудовании.

Нарушается нормальная эксплуатация отдельных конструкций промышленного здания, вызванная их перекосом. Как пример, недопустимые уклоны подкрановых балок, возникающие при неравномерных осадках колонн здания. Это приводит к увеличению нагрузки на колеса крана, как следствие ускоряется износ оборудования, рельсов, что может вызвать аварийные ситуации в промышленном здании.

Для относительно жестких зданий и сооружений возможны ситуации, когда вертикальная ось целого строения приобретает некоторое отклонение от проектной. Такое отклонение называется креном. В ряде случаев превышение допустимого отклонения отдельных вертикальных конструктивных элементов может привести к возникновению локальных разрушений зданий и сооружений, которые в свою очередь могут быть причиной более опасных прогрессирующих (лавинообразных) разрушений, приводящих к обрушению всего сооружения или его частей.

В целях предупреждения возникновения аварийных ситуаций существует необходимость, проработке проектных решений, не допускающие неравномерные осадки, в мониторинге осадок.

Для уменьшения чувствительности металлических каркасов промышленных зданий к неравномерным осадкам, предусматривают разрезные несущие и ограждающие конструкции. Также снижение жесткости каркаса и применение более гибких конструктивных схем позволяет уменьшить влияние неравномерных осадок на каркас здания, но с соблюдением соблюдения технологических и эксплуатационных требований. С другой стороны, имеет место значительное увеличение пространственной жесткости каркаса с целью обеспечения перераспределения давления под подошвой фундаментов и выравнивая осадок путем применения соответствующих конструктивных решений, однако в большинстве случаев такие решения обходятся достаточно дорого.

В отдельных случаях для контроля и регулирования осадок стоит отметить применение в проектном решении специальных тормозных и выравнивающих устройств, а также разработку узлов и соединений, способных воспринимать или нивелировать воздействие неравномерных осадок.

В процессе эксплуатации возможно возникновение непредвиденных ситуаций, связанных с неравномерными осадками фундаментов. Для устранения их последствий существует большое количество решений. Имеет место применение всех известных способов усиления фундаментов, регулирование уровня грунтовых вод: как локальное, так и всего участка строительства, ликвидация крена строения посредством выравнивания осадок, рихтовка строительных конструкций и т.д.

Вопрос контроля и регулирования неравномерных осадок является актуальной проблемой современного строительства. Развитие технологий и увеличение потребностей человечества стимулируют увеличение производственных мощностей и размера зданий под них и, как следствие, увеличение нагрузки на основания и фундаменты и, в частности, на каркасы промышленных зданий, выполненных из металла. В отношении неравномерных осадок этот факт свидетельствует о необходимости поиска новых и более выгодных проектных решений с целью уменьшения влияний деформаций грунта на деформации здания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Домнин В.В., Домнин К.В., Горохов С.Ф., Луговых А.Д., Филиппов Е.К.* ТехНАДЗОР // Неравномерные осадки промышленных зданий. 2015. № 11(108). С. 96.

2. *Нежданов К.К., Кузьмишкин А.А., Гарькин И.Н.* Управление креном и осадкой зданий и сооружений // Молодой ученый, 2014 №2 (61). С. 169-170.
3. *Ковалев С.С., Черев Д.А.* Известия высших учебных заведений. Горный журнал. // Оценка промышленной безопасности зданий в условиях неравномерных деформаций грунтовых оснований 2008. № 7. С. 109-112.
4. *Жаданова К.Ф., Сайгак Н.Г.* Современное промышленное и гражданское строительство. // Особенности эксплуатации стальных каркасов промышленных зданий в условиях неравномерных деформаций просадочного основания 2009. Т. 5. № 2. С. 77-86.
5. *Сайгак Н.Г., Жаданова К.Ф., Кокошув П.В.* Металлические конструкции. // Оценка эксплуатационной надежности стальных конструкций каркаса промышленного здания с учетом неравномерных деформаций просадочного основания 2009. Т. 15. № 2. С. 123-131.

АНАЛИЗ ПОТЕРИ ПРОЧНОСТИ ЛСТК ПРИ РАБОТЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В реалиях 21-го века вопрос освоения ранее неиспользуемых территорий ставится все более остро. Территорию России в районах Севера относят к возможной площади застройки с довольно большим потенциалом. В данной работе освещается проблема возведения капитальных строений в климатических условиях с экстремальными отрицательными температурами.

На территории России действует СП [1] по расчету и проектированию ЛСТК (легкие стальные тонкостенные конструкции), но в СП отсутствует информация по поводу проектирования и расчета с учетом температурного воздействия ниже $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ и возможной сейсмичности.

Таким образом, одной из важных проблем является создание строительных конструкций, пригодных для эксплуатации в условиях низких климатических температур [2, 3].

Для использования в данных условиях следует рассмотреть конструкции с применением каркаса из ЛСТК. Технология возведения этих конструкций широко распространена на территории стран Запада и занимает довольно большую часть строительного рынка. В основном, это жилое домостроение, но набирает обороты и возведение промышленных зданий. К сожалению, среди стран по производству ЛСТК Россия занимает последнее место. Это частично связано с отсутствием научной и нормативной базы, что создает временные трудности и задерживает развитие данной технологии. Сфера использования данных сооружений на территории РФ сводится к производству временного и доступного жилья, которое можно возвести в кратчайшие сроки [4]. Быстрота возведения – одно из главных достоинств ЛСТК, но на этом список достоинств данных конструкций не ограничивается. Важно отметить равную несущую профилей из ЛСТК в сравнении с горячекатаными аналогами, имеющими больший вес. Экономия металла при производстве позволяет создавать большие объемы продукции при меньших затратах. В условиях экстремальных отрицательных температур вполне логичен вопрос теплоэффективности потенциальной конструкции. Для этой задачи может быть использован специальный термопрофиль стенка которого перфорирована отверстиями. Они увеличивают путь теплового потока и позволяют снизить теплопроводность, что, в свою очередь, приводит к увеличению теплосберегающих показателей.

Конструкции из ЛСТК отличаются малым удельным весом и не требуют тяжелой строительной техники для возведения, что только положительно скажется при застройке неосвоенных районов. Минусы легких профилей заключаются в их низкой пожаростойкости, повышенных требованиях к транспортировке и тщательной проработки узлов в связи с большим количеством несущих элементов. Пролеты таких конструкций пока что ограничены в связи с экономическим фактором. Максимальный пролет может составлять около 18 метров. Самым большим недостатком ЛСТК можно считать неэффективность применения этого материала в зданиях с динамическими нагрузками и кранами, что значительно сокращает спектр возможного использования.

При расчете конструкций, проектируемых в северных районах, учитывается ряд неблагоприятных факторов, характеризующих природные суровые условия: длительность зимнего периода 130—250 дней в году, низкая температура воздуха (до -60°C), мощный снежный покров, сильные ветра до 25—30 м/сек.

Для возведения в агрессивных климатических районах возможно использование рамно-связевого (комбинированного) каркаса с применением стеновых панелей. Поперечные рамы таких конструкций будут воспринимать вертикальные и горизонтальные нагрузки в своей плоскости. Горизонтальная нагрузка будет передаваться от стеновых панелей на стойки рам. С помощью установки торцового фахверка становится возможным воспринимать ветровую нагрузку с торца здания. Шаг стоек составит около 600 мм, что обусловлено габаритами облицовочного материала. Обшивка каркаса должна сочетать в себе свойства не только ограждающей конструкции, но и обеспечивать дополнительную жесткость и устойчивость. В качестве обшивки возможно использование пазогребневых плит, фиброцементных плит и сэндвич-панелей. Все соединения выполняются болтовыми, что в условиях Севера экономически выгодно, так как использование сварки становится трудоемким при отрицательных температурах и способствует дополнительным расходам. При отопляемом сооружении чаще всего используется С-образный термопрофиль, а для неотапливаемого сооружения логично использовать профиль сплошного сечения, что положительно скажется на прочностных характеристиках из-за отсутствия перфорации.

Для точного численного решения поставленной задачи в конечно-элементной постановке необходим правильный выбор конечного элемента для моделирования профиля ЛСТК. В работе Туснина А.Р. [5] рассмотрена возможность расчета конструкций из ЛСТК открытого профиля с использованием конечных методов оболочки с основательной проработкой сетки конечных элементов и выбора разбивочной сетки конструк-

ций. Часто возникающие сложности при моделировании объясняют комплексный подход при расчете ЛСТК конструкций, включающий в себя численный расчет, натурные испытания в лабораториях.

Для оценки потери прочности тонкостенного металлического профиля при работе в экстремально низких температурах на Крайнем Севере, выполнен численный расчет каркаса неотапливаемого временного здания. Помимо основного сочетания, включающего в себя собственный вес конструкций, климатические ветровые и снеговые нагрузки, учитывалось и особое сочетание с учетом влияния неравномерного охлаждения.

Полученные значения перемещений по расчетным случаям, учитывающим влияние низких температур, получились в несколько раз больше перемещений по основному сочетанию нагрузок. Дополнительно необходимо учесть склонность металла к хрупкому разрушению при низких температурах при напряжениях ниже предела текучести, что приведет к быстрому ослаблению металлических конструкций каркаса ЛСТК. Согласно результатам расчета, поперечные сечения ЛСТК позволяют обеспечить прочность и устойчивость несущих элементов каркаса временного здания.

Здания из ЛСТК являются актуальным решением для строительства в труднодоступных регионах крайнего Севера. Они позволяют обеспечить высокую скорость монтажа и избежать значительного количества технологических процессов в условиях строительной площадки, что особенно актуально в условиях северных регионов. Но остается до конца не изученным вопрос влияния низких температур на несущую способность каркаса из ЛСТК.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н.* Наружные стены малоэтажных домов из легких стальных тонкостенных конструкций для условий Крайнего Севера // Жилищное строительство. 2016. № 7. С. 20-24.
2. *Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н.* О некоторых ошибках проектирования и строительства малоэтажных домов из ЛСТК в условиях Крайнего Севера // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 3. С. 42-46.
3. *Дробязко Л.Е.* Легкие стальные конструкции сельскохозяйственных зданий / Л.Е. Дробязко. - К.: Будівельник, 1985.- 136 с.
4. *Туснин А.Р.* Особенности численного расчета конструкций из тонкостенных стержней открытого профиля / А.Р. Туснин // Промышленное и гражданское строительство. – 2010. – N 11. – С. 60-63.
5. *Лалин, В.В.* Исследование конечных элементов для расчета тонкостенных стержневых систем / В.В. Лалин, В.А Рыбаков, С.А. Морозов // Инженерно-строительный журнал. – 2012. –N 1(27). - С.53-73.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ИЗМЕНЕНИЕМ НДС НА СТАДИИ МОНТАЖА

Задача оптимального проектирования в современной строительной сфере является весьма актуальной. При помощи изменения напряженно-деформированного состояния конструкции на стадии монтажа и рационального проектирования узловых решений, можно добиться существенного экономического эффекта, обусловленного благоприятным перераспределением усилий.

При проектировании балочных конструкций предлагается применение метода управления напряженно-деформированным состоянием стальных балок в процессе возведения здания. При должном экономическом обосновании предлагается применять балочные конструкции с изменяемой расчетной схемой. Данный метод заключается в том, что на первом этапе устраиваются шарнирные узлы сопряжения балок с колоннами и устройство части конструкции перекрытия в виде уложенных в середине пролета сборных железобетонных плит перекрытий. На втором этапе шарнирный узел усиливают приваренными стальными пластинами, способными воспринимать изгибающие моменты, тем самым превращая его в жесткий узел.

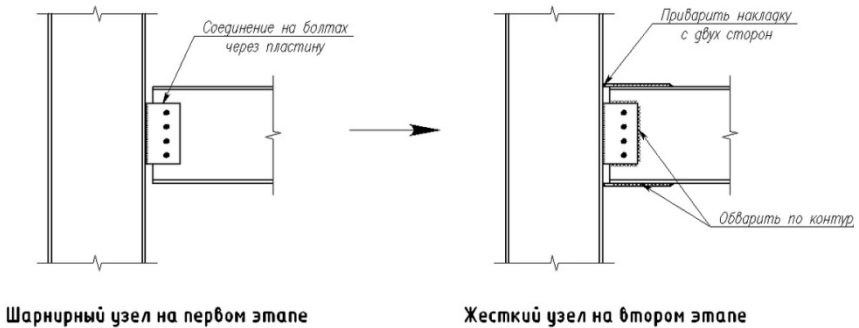


Рис. 1 Узловые решения

Данный прием позволяет приравнять значения изгибающих моментов на опоре и в пролете, тем самым позволяя использовать конструкцию более эффективно.

Рассмотрим практическое применение описанного метода на примере конструкций паркинга. Здание представляет собой 4-х уровневый пар-

кинг с размерами в осях 84х50,4м. Шаг колонн в продольном направлении – 12м, в поперечном – 8,4м. Конструкция паркинга – рамная. Устойчивость и геометрическая изменяемость обеспечивается жестким сопряжением колонн с балками. Сватовровые сечения балок - сварные.

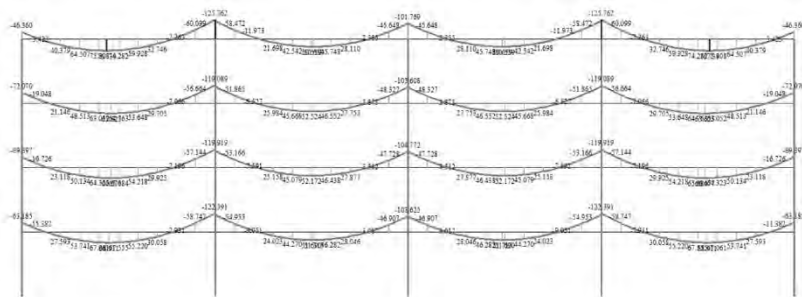


Рис. 2. Эпюра изгибающих моментов при одномоментном устройстве жестких узлов

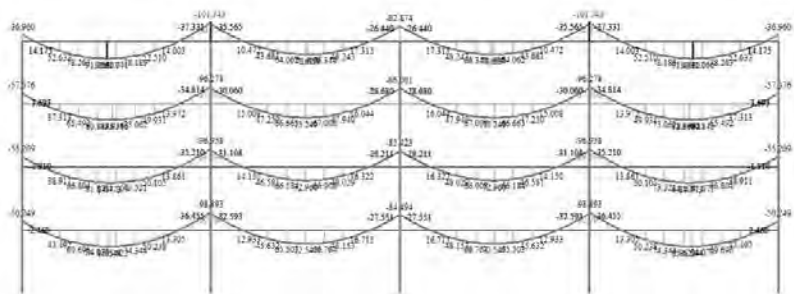


Рис. 3. Эпюра изгибающих моментов при применении метода изменяемой расчетной схемы

Таблица 1. Сравнительные характеристики вариантов расчетных схем

Схема	Изгибающий момент, т·м	Габариты двутавра, мм	Масса, кг/п.м	Всего на паркинг, т
Схема с жесткими узлами	-126	b_f - 300 t_f - 25 h_w - 550 t_w - 10	160,94	551,6
Изменяемая расчетная схема	-101	b_f - 300 t_f - 20 h_w - 560 t_w - 8	129,37	443,4

<i>Прим.</i>	<i>b_f - ширина полки, t_f - толщина полки, h_w – высота стенки, t_w – толщина стенки.</i>
--------------	--

Вывод: Сравнение суммарного расхода стали по двум вариантам исполнения узлов отображает преимущества использования изменяемой расчетной схемы. При учете изменения напряженно-деформированного состояния балочных конструкций в расчете и соблюдении технологии выполнения узловых решений, можно достичь снижения металлоемкости до 18-20%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
3. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.
4. Туснин А.Р. Перекрытия многоэтажных зданий со стальным каркасом. // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №8. С. 10-14.
5. Туснин А.Р. Автоматизация расчетов несущей способности элементов стальных конструкций. // Строительные материалы, оборудование и технологии XXI века. 2012. №2(157). С 31-33.
6. Туснин А. Р. Стальной каркас малоэтажного здания // Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 11. С. 18-22.
7. Туснина В. М., Коляго А. А. К вопросу действительной работы податливых узлов стальных каркасов многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 2. С. 28-34.
8. Туснина О. А. Конструктивные решения узлов стального каркаса для малоэтажных жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2017 № 11. С. 23-27.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НА АВАРИЙНУЮ СИТУАЦИЮ КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Аварийная ситуация возможна на любом этапе жизненного цикла здания или сооружения. Основную опасность представляет собой возникновение любого рода аварий на этапе нормальной эксплуатации, так как может привести к угрозе жизни и здоровью людей, привести к разрушению или повреждению зданий, сооружений, оборудования, транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, нанесению ущерба окружающей среде.

Именно появление непредусмотренных локальных повреждений в конструкции может приводить к несоизмеримым разрушениям глобального характера. [1] Локальные разрушения могут возникать под влиянием огня или повышенной температуры, взрывов бытового газа или взрывов технологического характера, террористических актов, ударов транспортных средств, ошибок проектирования и монтажа, вследствие усталости и коррозионного износа[2,7]. Расчет на прогрессирующее обрушение выполняется для зданий и сооружений повышенного уровня ответственности[8].

В отечественной практике выделяются следующие направления противодействия прогрессирующему обрушению[3, 4]:

- усиление ключевых конструктивных элементов, выход из строя которых может вызвать прогрессирующее разрушение, при таком расчете таких конструкций вводятся дополнительные коэффициенты;
- обеспечение мер безопасности административного и конструктивного характера, исключающих или минимизирующих вероятность возникновения аварийных ситуаций;
- моделирование расчетных аварийных анализом перераспределения нагрузок и усилий для сохранения несущей способности и геометрической неизменяемости каркаса объекта.

Существуют два основных подхода к обеспечению несущей способности конструкций при возникновении аварийных ситуаций и локальных разрушений:

- обеспечение несущей способности в течение определенного промежутка времени до начала прогрессирующего разрушения;
- обеспечение необходимого предела огнестойкости.

При высоких температурах, в том числе климатического характера, происходит тепловое расширение металла, что может привести к значительному увеличению напряжений в стержнях и пластинах, что в свою очередь может привести к потере несущей способности.

При значительном понижении температуры могут возникать дополнительным растягивающие усилия в элементах, ведущие к хрупкому разрушению элементов конструкции, разрыву болтов, разрушению сварных швов.

Особенно опасны пожарные воздействия, когда может происходить перегрев части конструкций, при этом при температурах уже порядка 300°C возникает снижение механических свойств сталей, а учитывая, что в промышленных зданиях, как правило, не применяются методы защиты от огневых воздействий (обетонирование, вспенивающиеся составы), значит вероятность локальных повреждений достаточно высока.

Для промышленных зданий наиболее характерен отказ элементов покрытия: хрупкое разрушение растянутых элементов, потеря устойчивости сжатых элементов, разрушения различного рода в узлах конструкций (разрушение болтов, сварных швов, расслоение пластин).

При локальном взрыве вне помещения, например над кровлей, возникает дополнительная нагрузка в направлении основания, а при взрыве внутри здания нагрузка на покрытие действует снизу вверх, заставляя его выгнуться вверх. При падении взрывного давления конструкция стремится к начальному положению с ускорением свободного падения, деформации носят динамический характер.

При этом отказ некоторых отдельных элементов может происходить уже на этапе отрицательного прогиба покрытия и при восстановлении исходной геометрии покрытия эти элементы могут отключаться.

Локальные разрушения, как правило, происходят внезапно, в связи с чем приходится вводить коэффициенты динамичности в расчете конструкций, в которых удалены отдельные элементы. Величина коэффициентов динамичности зависит от напряженно-деформированного состояния разрушаемого элемента и промежутка времени, за который происходит разрушение элемента [6,7].

При любом локальном разрушении конструкции происходит перераспределение усилий на уцелевшие элементы, что занимает некоторое время и динамическая составляющая нагрузки при выходе из строя элемента фактически оказывается меньше, чем если бы это происходило мгновенно.

В большинстве программных комплексов (в частности, ЛИРА и SCAD) нет возможности прямого анализа локального разрушения в динамической постановке, что компенсируется коэффициентами динамичности. Коэффициент динамичности оказывается равен не 2, а в пределах

значений между 1 и 2, так как происходит перераспределение усилий на уцелевшие элементы в течение некоторого промежутка времени [5, 6]. Определение величин и способов применения этих коэффициентов само по себе является сложной задачей.

Непосредственно в динамической постановке такие задачи могут решаться только в некоторых современных программных комплексах, где на нужном шаге возможно включение/выключение элементов в динамической нелинейной постановке.

Таким образом можно сделать вывод, что при расчете конструкций промышленного здания, в частности конструкций покрытия, следует рассматривать следующие задачи:

- моделирование возможных аварийных расчетных ситуаций;
- анализ возможностей применения коэффициентов динамичности при упрощенном статическом расчете;
- сравнительный анализ результатов прямого динамического нелинейного расчета и упрощенного статического;
- разработка критериев оценки адекватности упрощенной модели на основе сравнительного анализа;
- формулирование правил упрощенного моделирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 296.1325800.2017 Здания и сооружения. Особые воздействия / Минстрой России. М., 2017. 23 с.
2. *Wang H., Zhang A., Li Y., Yan W.* A Review on Progressive Collapse of Building Structures // The Open Civil Engineering Journal. 2014. Vol. 8. Pp. 183–192.
3. *Еремеев П.Г.* Обеспечение безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях // Современное промышленное и гражданское строительство. № 4 (3). С. 129–134.
4. СП 385.1325800.2018 Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения / Минстрой России. М., 2018. 19 с.
5. *Tusnin A.* Dynamic factors in case of damaging continuous beam supports // Magazine of Civil Engineering. 2018. Vol. 2 (78). Pp. 47–64.
6. *Berger M., Tusnin A.* Experimental justification of the dynamic coefficient // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 365. doi:10.1088/1757-899X/365/5/052020.
7. *Туснина О.А.* Оценка устойчивости к прогрессирующему обрушению каркаса конвертерного цеха // Вестник гражданских инженеров. 2019. №6 (77). С. 114–117.

ВЛИЯНИЕ СТАЛЬНОГО НАСТИЛА НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЛАВНЫХ БАЛОК

Напряженно-деформированное состояние (НДС) несущих конструкций стальных каркасов промышленных этажерок, рабочих площадок, различных производственных зданий во многом зависит от конструктивного решения их ограждающих конструкций, перекрытий, схем расположения вертикальных и горизонтальных связей [1-5]. Все эти элементы активно включаются в работу при действии различных нагрузок и оказывают существенное влияние на распределение усилий между основными несущими элементами каркаса – балками, колоннами, ригелями и т.д., а, следовательно, и на их несущую способность. Для получения наиболее точных результатов следует применять пространственные расчетные модели, учитывающие совместную работу всех элементов каркаса.

В данной статье проанализировано влияние стального настила различной толщины на НДС главных балок рабочей площадки. Как было определено ранее [6], учет настила при расчете и моделировании балочной клетки, значительно повышает несущую способность балок и снижает расход материала.

Рассмотрена балочная рабочая площадка размерами в плане 10x32 м. Пролет главных балок 16 м, пролет второстепенных балок 5 м, шаг – 0,9 м. Полезная нагрузка на площадку принята 32 кПа.

С использованием программного комплекса Scad Office 21.1 была создана пространственная конечно-элементная модель рабочей площадки, учитывающая как стержневые элементы так и стальной настил, смоделированный в схеме плоскими четырехугольными конечными элементами. Настил выполнен из листового проката из стали С255 с расчетным сопротивлением $R_y = 240$ МПа.

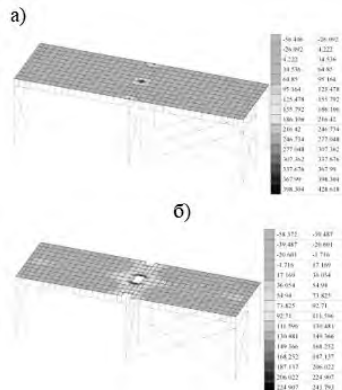


Рис. 1. Изополя главных напряжений в настиле толщиной 6 мм, МПа. а) с учетом всего настила; б) с учетом настила без плоских конечных элементов над зоной средних колонн.

В зоне над главными балками на средней колонне напряжения в настиле превосходят предел текучести (рис. 1) . Таким образом, эти участки настила выключаются из работы, что было учтено при расчете.

На рис. 2 приведены графики зависимости максимальных усилий и прогиба в главной балке от толщины настила.

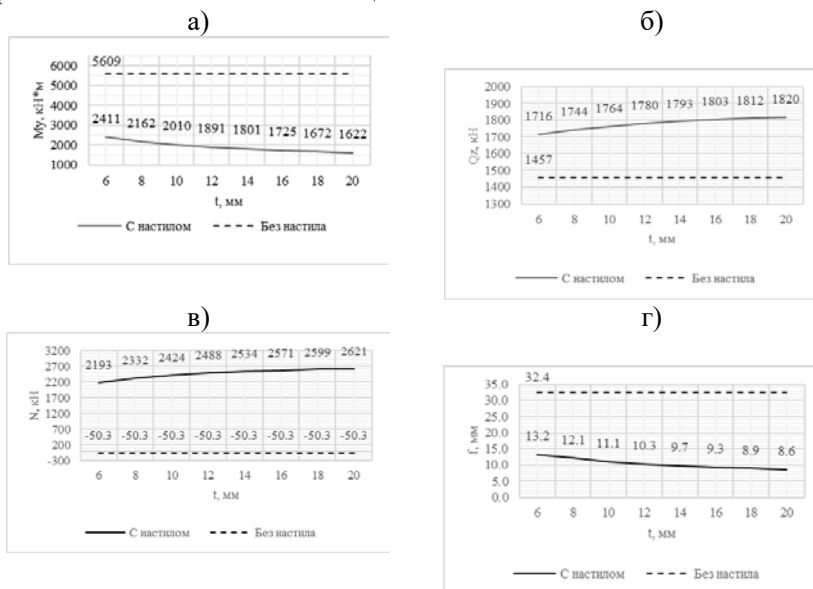


Рис. 2. Графики зависимости усилий и прогиба в главной балке от толщины настила t (мм)

а) момент в середине пролета M_y (кН·м); б) поперечная сила на опоре Q_z (кН); в) продольная сила N (кН); г) прогиб в середине пролета f (мм)

Для настилов толщиной от 6 до 20 мм по сравнению с расчетом без учета настила изгибающий момент в середине пролета главной балки M_y уменьшился на 57-71%, поперечная сила Q_z увеличилась на 18-25 % а также снизился прогиб на 59-73,5 %.

Без учета настила в середине пролета главной балки действует только изгибающий момент. За счет включения настила в работу на сжатие в главной балке снижается изгибающий момент, но возникает растягивающая продольная сила.

Максимальные нормальные напряжения в середине пролета балки при действии изгибающего момента равны: $\sigma = \frac{M_y}{W_y}$

Максимальные нормальные напряжения в середине пролета балки при действии изгибающего момента и продольной силы: $\sigma = \frac{M_y}{W_y} \pm \frac{N}{A}$,

где M_y – изгибающий момент, W_y – момент сопротивления балки, N – продольная сила, A – площадь сечения балки.

На рис. 3 показан график зависимости нормальных напряжений в середине пролета балки от толщины настила.

По результатам анализа нормальные напряжения в главной балке, для настилов толщиной от 6 до 20 мм, уменьшаются на 36-46 % по сравнению с расчетом без учета настила.

Как видно, при учете настила в расчетной схеме можно добиться

снижения напряжений в главных балках, и, как следствие, металлоемкости всей балочной клетки.

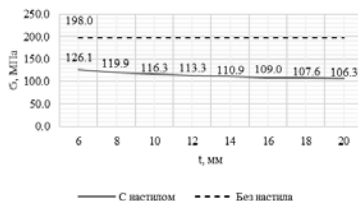


Рис. 3 График зависимости σ (МПа) от толщины настила t (мм)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Туснина О.А. Работа связей в покрытии промышленного здания со стальным каркасом // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 1. С. 37-42.
2. Давыдов Е.Ю. Определение пространственной работы каркаса для зданий с покрытиями в виде металлических составных оболочек // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2010. № 4. С. 56-61
3. Беленя Е.И. Действительная работа и расчет поперечных рам стальных каркасов одноэтажных промзданий: Дисс. ... докт. техн. наук. Москва, 1959. 328 с.
4. Золина Т.В., Туснин А.Р. Обоснование необходимости учета боковых сил, возникающих при крановых воздействиях на каркас здания // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 5. С. 17-23
5. Tushnina O. Shear stiffness of the steel roof panels // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Vol. 982. P. 639-647
6. Постарнак М.В. Численное исследование действительной работы стальных конструкций рабочей площадки // Дни студенческой науки: сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры (г. Москва, 4-7 марта 2019 г.) / М.: Издательство МИСИ-МГСУ, 2019. С. 733-735.

Студент магистратуры 1 года обучения 4 группы ИСА Татаринов И.Н.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, А.Ю. Ушаков

CLT-ТЕХНОЛОГИЯ: УНИКАЛЬНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ДЕРЕВЯННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

В настоящее время в России активно реализуются направления строительства деревянных домов начиная от простых и сравнительно дешевых каркасных, до всевозможных оригинальных архитектурных строений из оцелиндрованного бревна и клееного бруса. Однако, приведенные выше строительные материалы из древесины, ввиду своих известных анизотропических прочностных свойств и имеющихся границ применения, значительно ограничивают возможности реализации многих более смелых архитектурных идей, обусловленных новыми требованиями, сочетающими в себе технологический прорыв и экологичность.

В 1970-х годах в Швейцарии была впервые разработана технология Cross Laminated Timber (CLT). Материал состоит из досок (или ламелей) из пиленой, клееной и слоистой древесины, где каждый слой ориентирован перпендикулярно предыдущему. Соединяя слои древесины под перпендикулярными углами, структурная жесткость панели получается в обоих направлениях, как у фанеры, но с более толстыми компонентами. Таким образом, панель обладает большой прочностью на растяжение и сжатие. Материал оказался эффективным для использования в различных типах зданий, от малоэтажного строительства до многоэтажного. Кроме того, он продемонстрировал преимущественные показатели в вопросах прочности, скорости и стоимости по сравнению с бетоном и сталью. Однако главная привлекательность CLT заключается в том, что это устойчивый строительный материал, и это, прежде всего, дает ему преимущество над другими надежными строительными материалами. Устойчивость материала заключается в его составном компоненте, дерева, возобновляемого ресурса (обычно из лесовосстановления) и не требует сжигания ископаемого топлива во время его производства. Он использовался для инфраструктуры и поддержки на крупных строительных площадках, в качестве форм для бетонирования, мостов или даже в качестве настила для проезда техники во время строительства в местности с неустойчивыми почвенными верхними слоями. В начале нынешнего века строительство по новым технологиям уже существенно увеличилось. Специалисты в строительстве считают, что рост спроса связан с популяризацией идеи "зелёного движения" по всему миру, которое требует

в том числе, и снижение вредных выбросов в атмосферу при производстве строительных материалов для массового строительства. Технология использования многослойных деревянных панелей позволяет решить эти экологические проблемы. Транспортировка и производство составляет основную долю вредных выбросов в атмосферу. Производство же древесины является экологически чистым. При этом деревянные строения активно поглощают вредные вещества и очищают атмосферу.

В результате, современная технология производства многослойных деревянных конструкций стала серьезно рассматриваться как реальная альтернатива железобетону, призванная очистить атмосферу, сократить энергопотребление и создать здоровый микроклимат в помещениях. В этом направлении стали делаться практические шаги. В частности в ряде стран стали пересматриваться строительные нормы в сторону увеличения предельной этажности деревянных зданий.

Материал изначально использовался для строительства малоэтажных и средних этажей, но за последние несколько лет он стал модным вариантом при проектировании высотных зданий, достигших до 30 этажей. По мере увеличения производства и качества CLT-технологии массово реализуются проекты многоэтажных жилых зданий, в крупных и небольших городах Европы и Америки. Разрабатываются крупные проекты спортивных сооружений, складских, производственных зданий и сооружений, объекты транспортной инфраструктуры. Материал зарекомендовал себя как прекрасный заменитель бетона и стали благодаря соотношению прочности и веса.

Испытания по определению огнестойкости деревянных конструкций показали их высокую пожаробезопасность по сравнению со сталью и даже железобетона. Надежность и прочность строительных конструкций из древесины при пожаре характеризуется пределом огнестойкости 25 минут, что объясняется химическими и конструктивными методами защиты, кроме того в виду не больших прочностных характеристик материала, массивными сечениями конструкций. При воздействии огня его наружный слой превращается в изолирующий уголь, который может держать огонь до 120 минут. Тогда как предел огнестойкости стальных конструкций в незащищенном состоянии составляет 5 минут.

Таким образом, самые главные качественные характеристики CLT-панелей – это повышенная прочность при горизонтальных нагрузках, устойчивость к влажной и агрессивной среде, точность геометрии, огнеупорность, а также эстетичный внешний облик благодаря однородной и ровной поверхности материала, что также имеет немаловажное значение.

Использование этого материала в строительстве для изготовления конструкций дает возможность возводить уникальные здания и сооружения обладающие множеством качеств, такие как:

- прочностью и огнестойкостью не уступающую железобетонным конструкциям;
- легкостью;
- сейсмостойкостью;
- экологичностью;
- низкой теплопроводностью;
- стабильностью и точностью габаритных размеров.

Несмотря на то, что в России данная технология возведения зданий и сооружений не достаточно распространена по сравнению с зарубежными странами, однако не вызывает сомнений тот факт, что в нашей стране складываются благоприятные условия для ее использования в больших масштабах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Воякин А.С.* Деревянная альтернатива бетону. // Лесная индустрия 2013 №4 , С. 38-45
2. Технические характеристики клееных панелей // maestro.ru интернет издание URL: <http://crosslam.ru/tehnicheskie-harakteristiki-kleenyh-paneley>
3. Перспективы CLT-панелей на Российском рынке // Леспроминформ интернет издание URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=5195>
4. *Бойтемирова И.Н.1, Давыдова Е.А.* CLT-панели - эффективный материал из древесины для несущих и ограждающих конструкций зданий. // Вестник научных конференций. 2016 №16 , С. 18-21
5. *Мавлюбердинов А.Р., Хоцанян Д.Н.* Технологические особенности возведения многоэтажных жилых зданий из CLT –панелей. // Известия казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2018 №1 , С. 219-225.
6. *Дьяченко К.И., Самсонов С.Д.* CLT-панели как материал несущих конструкций. // Актуальные проблемы современного строительства. Материалы 72-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х частях. 2019. С. 178-185.
7. *Косов И.И.* Деревянные панели CLT в строительстве общественных зданий. // Международный журнал прикладных наук и технологий. 2019 №2 , с. 19.

РАЗРУШЕНИЕ УЗЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЙ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

При сохранении аутентичных деревянных конструкций объектов культурного наследия (далее ОКН) огромное значение играет долговечность материалов.

Нарушение условий эксплуатации, отсутствие своевременных ремонтов и реставрации приводят к деструкции материалов конструкции, вплоть до полного разрушения.

Для своевременного выявления деструктированных элементов необходимо проводить техническое обследование состояния ОКН, в том числе покрытий, как плоскостных (фермы, арки, рамы), так и пространственных (купола, своды, шатры) конструкций.

При обследовании фиксируют дефекты и повреждения конструкций, такие как трещины, прогибы, провисания, разломы, расстройтва стыков элементов и пр., с определением причин их состояния.

Ниже приводятся выборочные данные обследований деревянных конструкций покрытия ОКН г. Москвы:

1. Здание Опекунского Совета был построено по проекту архитекторов Д.И. Жилярди и А.Г. Григорьева в 1823–1826гг. в г. Москве на улице Солянка, д. 14, стр. 3. Градостроительное значение центрального корпуса подчеркнуто куполом на высоком барабане с четырьмя полуциркульными окнами. Купол на высоком деревянном световом барабане и кирпичном четверике первоначально состоял из двух полусферических деревянных куполов – наружного и внутреннего – расположенного один над другим. В 1846–1849 гг. здание было перестроено по проекту архитектора М.Д. Быковского. Для лучшей освещенности внутренней лестницы разобрали внутренний купол и прорубили дополнительные четыре окна в барабане внешнего купола.

В настоящее время внешний купол имеет диаметр 13,26 м, стрелу подъёма 3,88 м. Несущие конструкции внешнего купола выполнены из 61 кружала из доски толщиной 60 мм, установленных на стойки светового барабана высотой 6,7 м. Затяжки кружал отсутствуют, а распор журавцов воспринимают два опорных деревянных кольца толщиной 100 мм, работающих на растяжение.

Основными повреждениями, выявленными при обследовании, являются:

- расстройство узлов сопряжения элементов опорных колец, вследствие действия распора, приведшее к изгибу и срезу кованых гвоздей в узлах.

2. Здание Нового Гостиного двора было построено по проекту арх. Б.С. Пиотровского в 1838-40гг. в г. Москве в Рыбном переулке, д.3. Непроходной портик центральной части главного фасада здания завершен глухим полусферическим куполом. Купол имеет диаметр 17,19 м, стрелу подъёма 3,79 м. Состоит из 84 журавцов из досок толщиной 60 мм. В «замке» журавцы опираются по центральную стойку 360х360мм, в которую врубаются 8 бревен – диагоналей Ø200мм с подкосами. В пролёте журавцы опираются на диагонали через 2 кольцевых прогона из досок толщиной 100мм. Основанием для конструкции купола служит шестиугольная рама из бревен 200х220мм, соединённая с мауэрлатом балками-связями посредством врубок.

Основными повреждениями, выявленными при обследовании, являются:

- разрушение опорных участков балок рамы основания купола, вследствие биопоражения древесины.

3. Памятник архитектуры нач. XIX – нач. XX вв., 1897г. «Главный дом городской усадьбы М.Г. Спиридонова – Ф.К. Рюхардт (лечебница фон Шиман)» был построен по проекту архитектора С.Ф. Воскресенского в г. Москве на Яузский бульваре, дом 9/6, стр. 1. Здание перекрыто двускатной крышей с вальмами. Схема несущих конструкций крыши – трехшарнирная арка с приподнятой затяжкой (ригелем). Основные габариты конструкции: пролёт 14,8м; шаг стропил 2,14-2,26 м; высота подъёма фермы 3,92м. Стропила выполнены из бревен Ø 260-300мм, затяжка (ригель) – из спаренных досок 120х170мм, «бабка» – из бруса 170х170мм.

Основными повреждениями, выявленными при обследовании, являются:

- разрушение узла «потайной шип» лобовой врубки стропильной ноги в затяжку, вследствие недостаточного размера площадки на скалывание вдоль волокон.

Выводы:

Факторами, отрицательно влияющих на работу и состояние материала конструкций являются:

- низкая несущая способность элементов конструкций, недостаточная для восприятия внешних воздействий;
- биопоражение элементов конструкций, вследствие замачивания элементов стропильных конструкций протечками атмосферных осадков сквозь неплотности в покрытии.

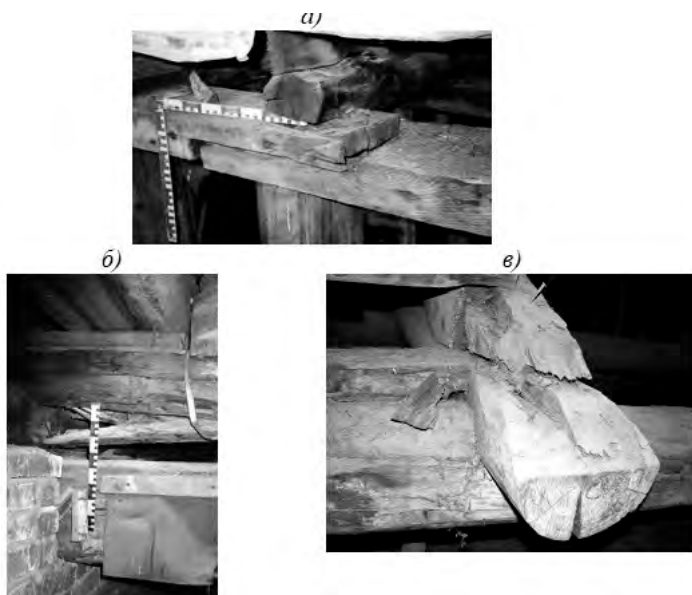


Рис. 1. Разрушение узлов деревянных конструкций покрытий ОКН:

- а) Здание Опекунского Совета, б) Здание Нового Гостиного двора,
в) Городская усадьба М.Г. Спиридонова – Ф.К. Рюхард

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов А.С., Захарова Т.В. Оценка физического износа крыш многоквартирных домов с учетом технологических особенностей ремонта. Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 9. С. 1205–1217.
2. Покровская Е.Н. Увеличение прочности частично разрушенной древесины памятников деревянного зодчества. Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 11. С. 1305–1314.
3. Черкасова Л.И., Паушкин А.Г., Алексеев Г.В. Проблемы обследования сельских каменных храмов. Вестник МГСУ. 2016. № 2. С. 74–85.
4. Покровская Е.Н., Портнов Ф.А. Огнебиозащитный состав для древесины с эффективными дымогасящими компонентами. Вестник МГСУ. 2015. № 10. С. 106–114.
5. Пиляк С.А. Проблемы и перспективы сохранения памятников деревянного зодчества Костромской области. Вестник МГСУ. 2014. № С. 27–34.

СЕКЦИЯ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ГРАФИКИ

Студентка 1 курса 20 группы ИСА Аверина С.Н.

Научный руководитель - преподаватель, канд. пед. наук Т.Ф. Турутина

ГОЛОВОЛОМКИ НА ОСНОВЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Геометрия как наука известна давно и применяется практически везде. На занятиях по начертательной геометрии мы изучали геометрические тела и как они взаимодействуют друг с другом. Однако геометрические тела и фигуры встречаются не только в учебниках и пособиях, но в окружающем нас мире, и даже в отрасли игр и развлечений. Примером тому являются геометрические головоломки, созданные на основе геометрических фигур и тел.

Головоломка — задача, решить которую, как правило, требуется с помощью сообразительности, а не специальных знаний высокого уровня.

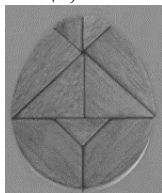
Головоломки известны с древних времен, однако широкое распространение среди населения головоломки получили XX веке.

Условно все головоломки можно поделить на следующие категории: устные головоломки; печатные головоломки; головоломки с предметами; механические головоломки[1].

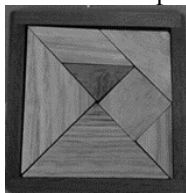
Геометрические головоломки обычно относятся к категории «Механические головоломки».

Геометрическая фигура — совокупность множества точек, ограниченное конечным числом линий.

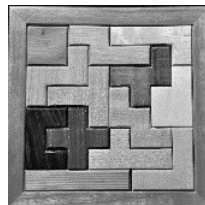
На основе геометрических фигур существует огромное количество головоломок, вот лишь некоторые из них: Танграм; Стомахион; Колумбово яйцо; Полимино; Головоломка «Пифагор».



а)



б)



в)

Рис.1. Головоломки на основе геометрических фигур:

а) Колумбово яйцо; б) Танграм; в) Полимино

Все эти головоломки требуют собрать какую-либо картинку из данных фигур, например, верблюда, птицу или даже фигуру человека[5].

Однако наиболее интересными и сложными являются головоломки, в основе которых лежат геометрические тела.

Наиболее известной головоломкой на основе геометрических тел является Кубик Рубика и множество его вариаций.

Кубик Рубика – механическая головоломка, представляющая собой куб $3 \times 3 \times 3$, каждая грань которого окрашена в определенный цвет. Суть этой головоломки в том, чтобы привести запутанный кубик в изначальное состояние за наименьшее число ходов.

Одна из самых известных головоломок была создана Эрнё Рубиком в 1974 году и запатентована под названием «Магический куб» в 1975. На примере 27 кубиков, каждый из которых был раскрашен в 6 цветов, Эрнё Рубик пытался объяснить студентам математическую теорию групп, однако получил трудно решаемую головоломку. Запатентовал он свое изобретение лишь спустя месяц, когда и добился решения этой задачи.

В ходе обсуждения решения Кубика Рубика был придуман термин «Алгоритм Бога», который означает решение любой перестановочной головоломки за минимальное количество ходов. Несмотря на то, что у Кубика Рубика более 43 квинтиллионов положений, ученые-математики утверждают, что в алгоритме Бога Кубика Рубика всего 20 ходов[2].

На данный момент поклонниками данной головоломки были созданы различные ее вариации. Встречаются Кубики Рубика от $2 \times 2 \times 2$ до $13 \times 13 \times 13$. Самым большим в массовом производстве на данный момент считается Кубик Рубика $17 \times 17 \times 17$.

Еще одна интересная перестановочная головоломка - Пирамидка Мефферта или Японский тетраэдр. Второе название полностью отражает суть головоломки: она является правильным тетраэдром грани которого поделены на 9 правильных треугольников.

Головоломку часто называют «Пирамидка Рубика», но создана она была Уфе Меффертом в 1972 году (до создания Кубика Рубика). Головоломка состоит из 14 подвижных элементов; 4 осевых – октаэдров, 6 реберных и 4 угловых – тетраэдров. Суть головоломки привести головоломку к виду, где каждая грань тетраэдра одного цвета.

Ханойская башня – популярная головоломка XIX века. Представляет собой усеченный конус, состоящий из кольцевых поверхностей. Дана пластина с тремя стержнями, на один из которых и нанизывается эта «башня». Создана головоломка была французским математиком Эдуардом Люка в 1883, и изначально продавалась под псевдонимом, который является анаграммой фамилии изобретателя[4].

Задача этой головоломки в том, чтобы за наименьшее число ходов перенести «башню» с одного стержня на другой.

Правила головоломки просты: за один ход можно переносить лишь одно кольцо, при этом нельзя класть кольцо большего размера на коль-

цо меньшего. Не менее интересна и головоломка, которую называют - «колючка». Это головоломка сцепления, состоящая из брусков с выемками. Бруски обычно представляют собой правильные прямые призмы.

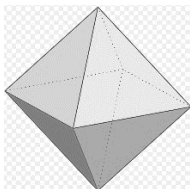
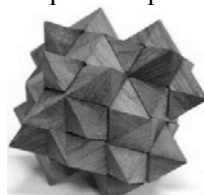


Рис. 2 Октаэдр



а)



б)

Рис.3 Головоломки «колючка»

а) Прямая; б) Диагональная

Видов данной головоломки довольно много, однако суть у всех одна: из данного количества брусков составить фигуру напоминающую колючку так, чтобы она не разваливалась. При этом нужно использовать все бруски. Также существует подвид данной головоломки: диагональная колючка. Вырезы брусков данной «колючки» выглядят как буква V, сделанные под углом 45° . В итоге, когда головоломка собрана, «колючка» напоминает звездчатый многогранник.

Все вышеперечисленные головоломки для своего решения требуют сообразительности и удачи. Однако знание того, как тела, на основе которых созданы данные головоломки, взаимодействуют между собой, существенно увеличивают шансы успешного решения.

Есть основания полагать, что в будущем, с помощью геометрических тел, будет еще больше интересных и сложных головоломок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белов В.Н., Рыбинский В.Н. Пленительные головоломки. [Текст] / В.Н.Белов, В.Н. Рыбинский. СПб, 2010. - 181 с.
2. Белов В.Н. Игра? Игра! [Текст] / сост. В. Н. Белов. - Ленинград: Лениздат. 1987. - 134 с.
3. Ефремов Т.В. Новый словарь русского языка. Толково - словообразовательный словарь. Ок.160 000 слов. [Текст] / Т.В. Ефремов - М.: Изд-во Дрофа. 2000. - 1233 с.
4. Мартин Гарднер Математические головоломки и развлечения. [Текст] / Гарднер Мартин, перевод с английского Ю.А. Данилова. - М.: Изд-во АСТ. 2010. - 157 с.
5. Стомахион. Игра Пифагора. Пентамино: Игры-головоломки. [Текст] / Сост.: М.В. Драко. - М: Изд-во Попури. 2009. - Серия Занимательные геометрические головоломки - 56 с.

ПОСТРОЕНИЕ ОДНИМ ЦИРКУЛЕМ

С давних пор люди пытались ограничить используемые орудия геометрических построений. Еще в третьем веке до нашей эры знаменитая геометрия Евклидова основывалась на геометрические построения, которые выполнялись циркулем и линейкой. Эти инструменты считаются равноправными. Однако было замечено, что чертежи, выполненные циркулем были более точными, поэтому ему отдавалось предпочтение и было посвящено очень много научно-исследовательских работ.

В одной из таких работ в 1797 году итальянский математик Лоренцо Маскерони, по совместительству являющийся профессором в Павийском университете, смог описать основы построения циркулем, которые получили название «Геометрия циркуля». Его труды сразу получили известность и были переведены на французский и немецкий языки. Интересно то, что немецкий инженер Мор свободно от Маскерони сделала такой же вывод: если разрешается использовать циркуль и линейку, то всякую геометрическую задачу можно упростить и выполнить только одним циркулем. Эту идею в последующем разрабатывали А.Адлер и математик Гельмслев. Такие изучаемые геометрические построения, выполненные одним циркулем, называют *геометрией циркуля*.

Сегодня в плоскости Лобачевского, благодаря исследованиям в этой теме, выработана теория геометрических построений, начало которой положили изучения неевклидовой геометрии русского математика Н.И. Лобачевского.

При помощи этого инструмента можно решить следующие геометрические задачи: деление прямой надвое; отстроить отрезок, аналогичный трем другим; симметрично данной, построить точку; имея угол, построить равный угол; разбить на количество частей (2,4,8 и тд) прямой угол; к прямой проложить перпендикуляр; разбить отрезок на указанные части; вычертить оси Ox , Oy , Oz в прямоугольной изометрии; можно определить, лежат ли три точки на одной прямой.

Все перечисленные построения показаны на рисунке 1.

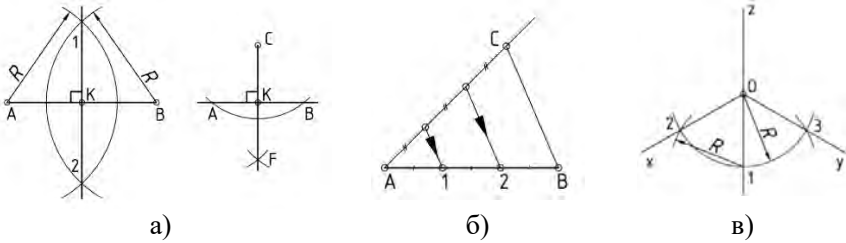


Рис.1. Задачи, решаемые циркулем:
 а) построение перпендикуляра к прямой
 б) деление отрезка на заданные части
 в) построение осей ox, oy, oz в прямоугольной изометрии

Список задач, решаемых с помощью циркуля, можно значительно расширить:

1. разбить окружность на 3 и 6 секторов
2. разбить окружность на 4 и 8 секторов
3. разбить окружность на 5 секторов
4. разбить окружность на любое количество равных секторов

Все перечисленные построения показаны на рисунке 2.

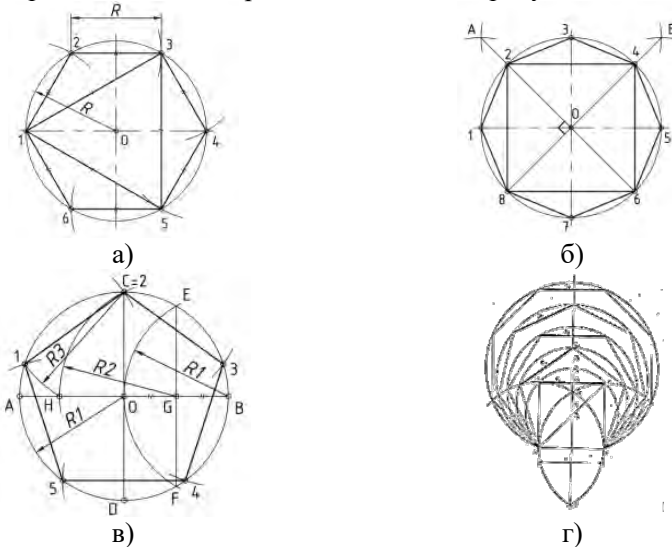


Рис.2. Разбиение окружности на равные секторы:
 а) на три и шесть
 б) на четыре и восемь
 в) на пять
 г) на равных

Решение любой задачи будет выполняться по определенной последовательности. Сначала можно вычертить прямую по двум точкам. Потом, имея заданный радиус, построить окружность. Затем, если две окружности / окружность и прямая / две прямые пересекаются, значит можно наметить точки их пересечения. Иногда построения можно выполнить только одним циркулем или циркулем с ограничениями: с ограниченным раствором ножек; с ограниченным раствором ножек снизу; ограниченным раствором ножек сверху, с постоянным раствором ножек; с требованием, что все окружности содержат общую точку. Каждый метод уникален по-своему, но не всегда эффективен, а порой даже невозможен на построение, которые всегда решаются выше перечисленными инструментами. В этих случаях необходимо тщательно подобрать способ. Можно применить способ, когда на растворы ножек циркуля никакие ограничения не накладываются.

Действительно, самолично воплотив в жизнь необходимые построения, я убедилась, что все задачи, с которыми можно справиться линейкой и циркулем, могут без особых усилий быть решены исключительно циркулем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусарова Е.А., Митина Т.В., Полежаев Ю.О., Тельина В.И.*, Основы строительного черчения. – М.: Издательский центр «Академия», 2019 – 368 с.
2. *Королев Ю.И.* – Начертательная геометрия – 3-е изд., стер. – Москва: КНОРУС, 2017. – 422 с.
3. *Адлер А.* Теория геометрических построений. – Л.: Учпедгиз, 1940
4. *Воронец А. М.* Геометрия циркуля. – М.: Гобстезиздат, 1934
5. *Аргунов Б. И.*, Бланк М. Б. Геометрические построения на плоскости. – М.: Учпедгиз, 1957
6. *Л.С. Атанасян, В.Ф. Бутузов, С.Б. Кадомцев, Э.Г. Позняк, И.И. Юдин.* Учебник по геометрии за 7-9 класс

КЛАССИФИКАЦИЯ ВАРИАНТОВ ПЕРЕСЕЧЕНИЙ ТРЕУГОЛЬНИКОВ

Изучение механизмов работы систем автоматизированного проектирования (САПР) приводит к рассмотрению задачи о триангуляции поверхностей, то есть задачи о разбиении геометрического объекта (поверхности) на симплексы, состоящие из треугольников. Триангуляция часто используется в машинной графике [1,4,5].

Изображение плоской фигуры, объемного тела или поверхности является результатом разбиения на простейшие графические примитивы – треугольники, их объединения, пересечения и разности[2]. Это приводит к необходимости рассмотрения и классификации пересечения треугольников.

К решению поставленной задачи можно подойти с нескольких принципиально различных позиций. Например, можно исходить из размерностей объектов и пространств, в которых происходит пересечение, и последовательно анализировать пересечение точек, отрезков, треугольников на прямой (только для точек и отрезков), на плоскости, в трехмерном пространстве. В этом подходе, который можно назвать топологическим, будет иметь значение открытость или замкнутость объектов (например, можно рассматривать отрезки без конечных точек - т.н. интервал, открытый вариант отрезка, а можно ограничиться отрезками в полном смысле слова, т.е. рассматривать множества внутренних точек с присоединенными конечными). В этом случае множество пересечений двух объектов тоже будет иметь существенно разные свойства.

Другой подход тесно связан с проективной геометрией, и в нем имеет значение инцидентность точек, прямых и плоскостей. При этом одно и то же множество точек пересечения (как множество) можно получить исходя из различных ситуаций расположения вершин треугольника на плоскости.

И, наконец, имеется третий подход, который связан исключительно с понятием евклидова пространства, и в нем будет иметь значение только форма получаемого множества. Назовем его условно "евклидовым". Это наиболее простой и естественный подход, потому что интуитивно понятно, что результатом может быть либо точка, либо отрезок, либо плоский выпуклый многоугольник с числом сторон от 3 до 6 включительно. В этом случае уже неважно какие при этом получаются взаимные расположения вершин одного треугольника относительно другого (возможны, например два случая, различаемые при проектив-

ном подходе и не различаемые в евклидовом, а именно, когда один треугольник полностью содержится внутри другого, и не имеет общих с ним сторон, или, например, один треугольник также полностью содержится внутри другого, но при этом имеет общий с другим треугольником граничный отрезок, и т.п.).

Проанализируем с позиций евклидового подхода варианты пересечения двух треугольников.

Прежде всего констатируем некоторые очевидные факты. Поскольку мы имеем дело с выпуклыми плоскими фигурами (треугольниками), то ребро одного из них может пересекать границу второго не более чем в двух точках (исключая случаи совпадения или частичного совпадения ребер).

Общую точку два различных треугольника могут иметь только в том случае, если какая-либо одна (и только одна!) вершина первого треугольника принадлежит границе второго треугольника, и отсутствуют общие внутренние точки. При этом не имеет значения, расположены ли оба треугольника в одной плоскости, либо мы рассматриваем пространственную ситуацию.

Общий отрезок два различных треугольника на плоскости могут иметь, когда одна (и только одна) из сторон первого треугольника совпадает, либо частично совпадает с одной из сторон второго треугольника, и при этом отсутствуют общевнутренние точки. Но если мы будем рассматривать пространственную ситуацию, то можно получить еще один случай расположения треугольников - а именно, когда они имеют общие внутренние точки, но не имеют непрерывного участка общей стороны.

Перейдем к рассмотрению выпуклых фигур в качестве общего множества пересечения. Пространственные исходные треугольники не могут образовать никаких других объектов кроме точки и отрезка, поэтому мы снова вернемся в одну плоскость.

Треугольник в качестве общей фигуры пересечения получится, если первый из треугольников либо целиком содержится во втором треугольнике, либо одна из вершин первого треугольника содержится внутри второго, а инцидентные ей ребра пересекают второй треугольник по одной из его сторон (не по разным).

Четырехугольник может получиться в одном из трех случаев: либо одна из вершин первого треугольника содержится внутри второго, и при этом инцидентные ей ребра пересекают второй треугольник по разным ребрам; либо две из вершин (и, соответственно, ребро, инцидентное ей) первого треугольника находятся внутри второго треугольника, и два оставшихся ребра пересекают второй треугольник по одному ребру; либо, наконец, вершины первого треугольника не содержатся внутри

второго треугольника, но два из его трех ребер пересекают второй треугольник каждое по двум ребрам второго треугольника.

Пятиугольник получается в следующих случаях: когда одна из вершин первого треугольника содержится внутри второго, и при этом инцидентные ей ребра пересекают второй треугольник по разным ребрам, третье ребро первого треугольника пересекает те же ребра второго, что и первые два; одна из вершин первого треугольника содержится внутри второго, при этом две вершины второго треугольника инцидентны участку плоскости, границей которого является первый треугольник.

И, наконец, шестиугольник может получиться, когда ни одна из вершин одного из треугольников не содержится внутри другого, и при этом каждое из ребер одного пересекает ровно два ребра второго.

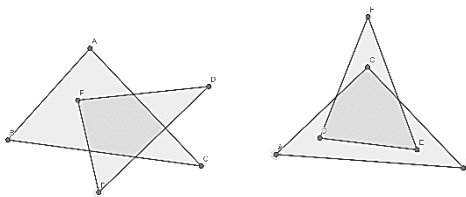


Рис. 1. Получение пятиугольника при пересечении треугольников

Задача построения оверлеев (объединения, пересечения и разности) произвольных треугольников часто встречается в системах автоматизированного проектирования (САПР), геоинформационных системах (ГИС), в других графических системах [3]. На основе алгоритмов построения оверлеев решается целый ряд других смежных прикладных задач (построение буферных зон, построение графов с наименьшими длинами ребер, нахождение зон близости). Данная работа позволяет произвести классификацию пересечений треугольников и является подготовительной работой к дальнейшему более глубокому рассмотрению алгоритмов триангуляции, а также рассмотрению и классификации пересечений и объединений тетраэдров в контексте получения сложных трехмерных тел и поверхностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Скворцов А.В., Мирза Н.С.* Алгоритмы построения и анализа триангуляции. Томск: Изд-во Том.ун-та, 2006. 168 с.
2. *Виноградов И.М. (ред.).* Математическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1977. Т. 5
3. *Тюкачев Н.А.* Оверлей многогранников / Вестник ВГТУ. 2009. - № 6. С. 131-137.
4. *Новиков Ф.А.* "Дискретная математика для программистов", Спб, Питер, 2000., с.189-209.
5. *Стивен Скиена.* Алгоритмы. Руководство по разработке, БХВ-Петербург, 2-е издание, С-Петербург, с. 585

ОСОБЕННОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ ЦЕРКВИ ПОКРОВА НА НЕРЛИ И СОБОРА ВАСИЛИЯ БЛАЖЕННОГО В МОСКВЕ

Храм Покрова Богородицы на Нерли

Новгородская летопись, условно именуемая первой, связывает создание церкви со смертью князя Изяслава Андреевича, что не могло быть раньше, чем в 1165г.

Строители того времени использовали привычную для себя схему, с опорой на 4 колонны, столпа, укрепив на них купольные конструкции перекрытия. Такая постройка перекликается с приёмами зодчих Византии: внутри единый объем храма дополняют закомары, имеющие форму полуокружностей; венчает же сооружение барабан, на который опирается купол, имеющий луковичную форму.[1]



Рис.1 Внешний облик церкви Покрова

Геометрия церкви проста и упрощённо состоит из 3 фигур. Основная часть строения представляет собой вытянутый вверх параллелепипед с практически квадратным основанием.

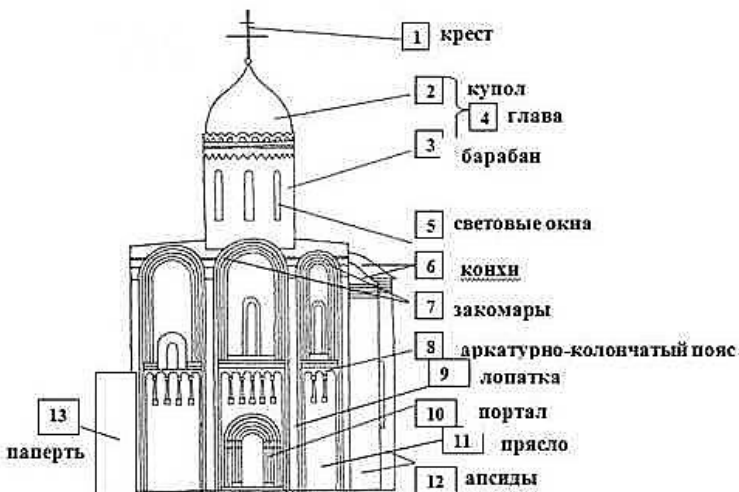


Рис. 2 Взаимное расположение элементов архитектуры храма

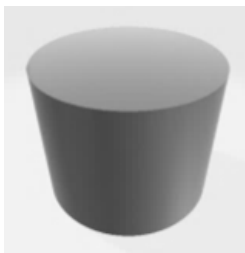
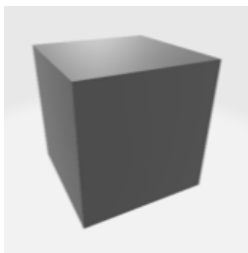


Рис.3 Геометрические тела барабана церкви

Форма барабана церкви - фигура вращения, цилиндрическая[2].

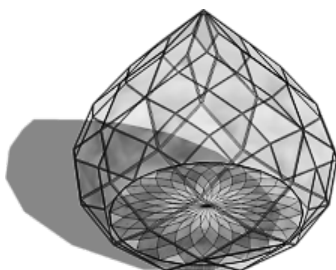


Рис. 4 Купол в виде луковки

Форма купола- луковичная, также фигура вращения, частный случай полусферы [2].

Собор Василия Блаженного

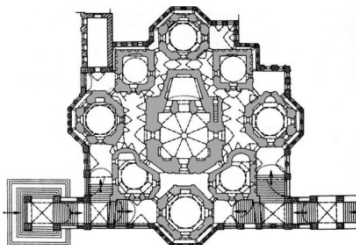


Рис.5 Собор Василия Блаженного с птичьего полета. План.

Основан 2 октября 1552 года, по случаю покорению Иоанном Грозным над Казанского ханства.

В архитектуре этого сооружения легко можно усмотреть тенденции зодчества, относящиеся к Ренессансу, процветавшему в то время в рим-

ско-католической ветви христианства [3]. Храм величественно поднимается к небесному своду, а некоторые детали, - как, например, имеющие остроконечную форму щипцы – вызывают определенные ассоциации с готическими тенденциями юга Европы [4]. Храмовое здание, имеющее яркую, где-то даже лубочную раскраску, построено с соблюдением симметрии в плане.

Общая композиция собора выполнена из разнообразных и сложных геометрических фигур. Фундамент представляет собой призму. В плане представляющая собой ромб с вписанным в него квадратом. Всего собор имеет 10 куполов.

Форма куполов- луковичная, фигура вращения, частный случай полусферы. Часть куполов покрыты декоративными элементами- пирамидами, которые в разы меньше самого купола [5].

Все купола опираются на барабан, 4 из которых имеют форму восьмиугольной призмы, остальные 6- цилиндрической формы.

Центральный купол опирается на пирамиду, в основании которой лежит восьмиугольник, который переходит в восьмиугольную призму. Основания остальных куполов также являются восьмиугольной призмой

Изучение опыта церковного строительства на Руси имеет большое значение, так как тенденции возрождения церковной жизни в России имеют следствием рост строительства новых храмов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лайтарт Н.В. Современная православная церковная архитектура России. Тенденции стилового развития и типология храмов. СПб. 2009. С.174.
2. Ваванов Д.А. Компьютерные способы построения храмовых архитектурных форм православных церквей с использованием AutoCAD и 3DMAX.//Инновации и инвестиции. №12. 2019. С.221.
3. Щенков А.С. Архитектура русского православного храма. М. 2013. С.357.
4. Кузнецов С.Я. Православие и архитектура. М. 2005. С.168.
5. Агронский В.И. Архитектура России. М. 2017. С.203.

ПЛАНЫ ДРЕВНИХ ГОРОДОВ

Большинство известных городов Евразии находятся на местах крупных поселений древности. Эти места были выбраны людьми не случайно. При выборе места будущего поселения, древние градостроители руководствовались следующими принципами: господствующая высота (холмы, горы, высокие берега рек) – это обзор, естественная защита от нападения. Крепости, кремли, форты проектировались с учетом рельефа местности, используя естественные преграды [1]. Города старались расположить на не затопляемых территориях, что важно, т.к. большинство древних поселений ставилось на реках. Водная артерия была естественной транспортной магистралью, торговым путем, снабжала питьевой водой и рыбой, так же существовала возможность осуществлять стирку, купание, пожаротушение. Важную роль играл также здоровый микроклимат: продуваемость, естественный сток, меньше сырости и, соответственно, инфекций. Таким образом, рельеф и наличие воды оказывали решающее значение на выбор места и структуру города[2].



*Рис. 1. План города
Москва. 1638г.*

Центральная композиция древнего города часто имела пирамидальный силуэт. Высота и этажность застройки увеличивалась к центру. Для этой цели, как нельзя кстати, подходили вершина холма или излучина высокого берега реки. Для древних правителей не последнюю роль играла «пейзажность» - принцип пришедший из античной Греции - город или крепость должны были хорошо «смотреться» с ближайших подступов (рис.1).

Знаменитый советский ученый, архитектор и градостроитель – Лев Михайлович Тверской, в своем труде «Русское градостроительство до конца XVIIвека», изучая планы древних русских городов, классифицировал их в соответствии с преобладающей структурой: круговая с радиальными элементами, прямолинейная, рядовая, перекрестная, и прямоугольно-линейная. Прямолинейная структура развивается в виде посада вдоль реки или береговой линии озера. Рядовая структура выглядит как кварталы, удаляющиеся от реки перпендикулярно берегу. Она чаще встречалась в компактных поселениях. Перекрестная структура объединяет в себе первые два принципа планировки. Прямоугольно-линейная структура содержит пересечения улиц под разными углами, не обязательно прямыми, искривления трасс с учетом рельефа. Радиально-концентрическая, эта структура наиболее распространена в древности, радиальное схождение в ней улиц к центру характерно для торговых путей. Л.М. Тверской, изучая историю развития древних городов, выявил некоторые

особенности трансформации планировочных структур по мере роста города. О преобразовании прямолинейной структуры в круговую с радиальными элементами он пишет в своих трудах: посад, располагавшийся вдоль прибрежной линии рядом с укреплениями, постепенно вытягивался, радиально расположенные дороги обрастали жилыми кварталами. Позднее осваивалась территория вдоль улиц, «разбегающихся» от центра. В итоге, практически любая планировочная схема стремилась к наиболее экономичной и удобной радиальной схеме. Таким образом, «первая стадия» планировочного развития большинства древнерусских городов представляла собой вообще порядковую систему или одну из ее разновидностей, а впоследствии практически любой город, проходя несколько стадий и поочередно сменяя планировочные схемы, стремился к радиально-концентрической схеме, либо в классическом виде, либо разделенной берегами реки, либо половинчатой (полукруглой), если водная преграда была слишком велика [5]. Конечно, существовали города, имевшие сложные и индивидуальные схемы, не поддававшиеся какой-либо формальной классификации. Чаще всего это было связано со сложностью рельефа или гидрогеологическими условиями.

Существует классификация, предложенная Геннадием Яковлевичем Макеевым, применяемая для анализа процесса формирования древних русских городов. Историк градостроительства выделяет четыре основных типа городов по планировке и структуре: круглый (г.Дмитров, г.Юрьев-Польский), полукруглый (г.Ростов Великий, г.Новгород Великий), сегментный (г.Яготин, г.Клин), секторный (г.Рогачев, г.Чернигов, г.Псков, г.Рязань) (рис.2) [4]. Формообразующим элементом в структуре города, как считал Макеев, была планировка кремля или крепости. Соответственно, выделяются основные типы укреплений: кольцевые, расположенные на открытой местности: они были предназначены для круговой обороны; полукольцевые: защита их частично обеспечивалась складками и рельефом местности; сегментные: их защищало удачное расположение между реками, на перешейке; секторные: позволяющие осуществлять направленную оборону, благодаря расположению на мысу, в месте слияния двух рек, между рекой и большим оврагом.

Каждый тип города, в процессе развития, претерпевал определенные стадии роста, в которых можно проследить определенные общие закономерности. На начальном этапе естественные преграды, являющиеся защитой и укреплением, становились границей посада, сдерживающей рост города. С

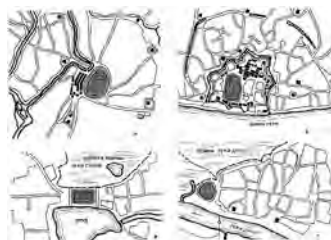


Рис.1. Планировка и структура древних русских городов: а — круглая (г.Дмитров); б — полукруглая (г.Ростов Великий); в — сегментная (г.Яготин); г — секторная (г.Рогачев)

увеличением численности населения возникала необходимость в расширении застройки, необходимость в возведении новой линии укреплений (острогов, земляных валов, крепостных стен «предградья»). Словно дерево годовыми кольцами, город прирастал новыми кольцевыми структурами. Вследствие расширения границ радиальных связей становилось недостаточно. Для эффективной коммуникации между районами возникала острая необходимость в поперечных или кольцевых связях. Для этой цели наиболее подходящим резервом являлись, постепенно утрачивая свое оборонительное значение, кольца городских укреплений. Например, в Москве, где стены Белого города уступили место Бульварному кольцу, а Земляные валы стали Садовым кольцом.

Анализ планировки города с учетом истории ее формирования как целостного и растущего образования, является комплексным подходом к решению современных градостроительных задач. Исследуя исторические закономерности планировки можно прогнозировать и скорректировать, в соответствии с существующими реалиями, развитие города современного.

Радиально-концентрическая планировка древнего города, наиболее распространенная среди древнерусских поселений, в современных условиях становится «ловушкой» для автомобилистов, возникает острая необходимость в возведении все большего числа транспортных «колец». Существует множество проектов и предложений по улучшению городской среды, но поиски идеального планировочного решения продолжаются по сей день.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Е.Ю.Бондаренко.* История городов. Владивосток: изд. ДВГУ, 2002, 127с.
2. *Л.М. Тверской.* Русское градостроительство до конца XVIIв. Л.-М.: Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1953. 214 с.
3. *Е.А.Борисова* Архитектурно-градостроительные возможности развития прибрежных речных территорий. Москва, ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014. Сборник докладов с.161 - 162.
4. *Говоров С.В., Петрова З.К.* Возникновение и развитие малых городов Владимирской области: Ярополч, Суздаль, Юрьев-Польский. От первого упоминания до наших дней. М.: изд. Всесоюзный научно-исследовательский институт проблем научно-технического прогресса информации в строительстве. Журнал «Градостроительство» 2016 г. №3(43) с.22 - 34.
5. *Сорокин А.Н.* Материалы к исторической топографии Древнего Новгорода. Москва: изд. Общество с ограниченной ответственностью "НБ-Медиа". Журнал «Исторический журнал: научные исследования» 2016г. №6 с.770 - 794.

Студентка 1 курса 62 группы ИСА Байчорова А.А.,

Студент 1 курса 62 группы ИСА Семенов А.Р.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, доц. Т.М. Кондратьева

ОТРАЖЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ В ТЕОРИИ ПЕРСПЕКТИВЫ, ЖИВОПИСИ И АРХИТЕКТУРЕ

Математика является частью ядра человеческой культуры. Творчество находится рядом с ней, а в самом центре - язык, который необходим для выражения мысли и способности говорить о культуре. Вокруг этого ядра находятся другие сферы человеческого знания. Математика и творчество развивались параллельно. Открытие математической перспективы в эпоху Возрождения имело большое значение и внесло вклад в развитие живописи [1-3]. Также в эпоху Возрождения проявилась взаимосвязь таких профессий как художник, математик и архитектор: художники были математиками, математики - художниками, и эта взаимосвязь существенно обогатила и математику, и искусство.

Так, итальянский архитектор и скульптор эпохи Возрождения Филиппо Брунеллески был одним из первых, кто разглядел эту взаимосвязь. Он стремился сделать восприятие реконструированных им сооружений более наглядным и попытался создать из своих планов геометрически-перспективные картины для определенной точки зрения. Именно в этих поисках впервые и была открыта линейная перспектива (рис. 1).



Рис. 1. Пьетро Перуджино
«Вручение ключей апостолу
Петру»

Линейная перспектива позволяет создать более реалистичное изображение.

Она имеет удивительную историю. Основы перспективы появились еще в V веке до н.э. Однако в средние века она была забыта. Лишь позднее об этом способе изображения снова вспомнили. Одним из создателей теории стал Амброджо Лоренцетти (XIV век). Подробней

она была разработана в эпоху Возрождения такими великими архитекторами, как Брунеллески, Альберти. Теория перспективы основывалась на простых законах оптики и хорошо подтверждалась практикой. В живописи линейная перспектива долгое время признавалась как единственное правильное отображение мира, который нас окружает (рис. 3). Способ линейной перспективы широко используется в визуальных искусствах, таких, как кино и мультипликация по сей день.



Рис. 2. А. Рублёв. «Троица Ветхозаветная».

Современным видом перспективы является перцептивная перспектива. Она отличается от возникших ранее способов изображения большей достоверностью, позволяя отобразить окружающий нас мир на плоскости так, как мы его видим. Она совмещает в себе обратную перспективу, аксонометрию и линейную перспективу.

В своих работах по перспективе Б.В. Раушенбах[4] исходил из следующего установленного факта. Человек воспринимает визуально любой объект, расположенный на ближнем плане, в обратной перспективе. Объект на неглубоком плане воспринимается в аксонометрии, на дальнем плане - в линейной перспективе.

Знание основных законов перспективы привело к появлению других, менее известных видов отображения[5]. Одним из них является изменённая перспектива.

Усадьба Во-ле-Виконт, расположенная в 50 км к северо-востоку от Парижа, с замком Шато 17 века, является примером того, как в архитектуре используется этот вид перспективы (рис. 4, 5). Усадьба проектировалась для Николя Фуке, суперинтенданта финансов Франции, в ранние годы правления Людовика 14-ого, в период с 1653 г. по 1661 г.

Николя Фуке привлек к постройке этого сооружения лучших мастеров своего времени. Это - архитектор Луи Лево, впоследствии ставший главным архитектором короля, художник Шарль Лебрен, основавший королевскую академию живописи, ландшафтный архитектор Андре

Также интересна и своеобразна обратная перспектива. Её особенность в том, что все линии изображенных объектов сходятся в одну точку перед плоскостью картины. Главной целью данного вида перспективы никогда не являлось изобразить реалистичный мир, скорее наоборот это попытка изобразить окно в другой, потусторонний, духовный мир. С помощью данной перспективы художники хотели показать небесное в земном. Обратная перспектива возникла в позднеантичном и средневековом искусстве, где использовалась в миниатюрах, иконописи, фресках и мозаике (рис. 2).

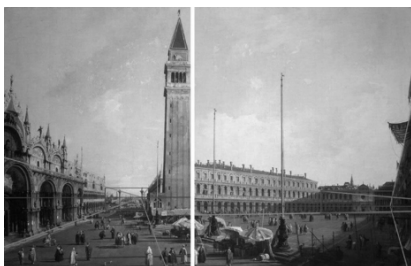


Рис. 3. Ведута Каналетто



Рис. 4. Фрагмент усадьбы с лестницей



Рис. 5. Замок Шато

либо элемент от Шато, тем он проектировался большего размера, что отражалось на визуальном восприятии объекта и придавало гармоничный вид сооружениям усадьбы и садам, разбитым вокруг усадьбы. В результате, например, замок Шато отражается в точности своих размеров в пруде, расположенном от него в сорока метрах (рис. 5).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Мир математики: в 40 т.Т 16: *Франциско МартинКасальдеррей*. Обман чувств. Наука о перспективе. – М.: Де Агостини, 2014. – 176.
2. Кондратьева Т.М., Митина Т.В., Царева М.В, Крылова О.В. Инженерная и компьютерная графика. Часть 2.Методы изображения в архитектурно-строительных и строительных чертежах. Москва, МГСУ, 2018. -130. ISBN 978-5-7264-1231-3.
3. Кондратьева Т.М., Крылова О.В., Царева М.В., Борисова В.А. Инженерная и компьютерная графика. Перспектива. Геометрические основы. Изд. МГСУ, Москва, 2018.- 74.
4. *Раушенбах Б.В.* Системы перспективы в изобразительном искусстве. Общая теория перспективы. Изд. «Наука», Москва, 1986. – 256.
5. *Щербань Д.С., Кондратьева Т.М.* «Четвертое измерение как альтернатива методу перспективы в живописи 20 века». НТК «Дни студенческой науки». Изд. МГСУ, Москва, 2018с. 269-272.

Студент 1 курса 37 группы ИСА Бенца В.В.

Студент 1 курса 37 группы ИСА Графов А.Г.

Научный руководитель – ст. преп. Е.А.Стенура

СЛОЖНЫЕ СЛУЧАИ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Характер линии пересечения поверхностей, а также выбор способа решения такой задачи, зависят от вида пересекающихся геометрических тел. Общим методом решения задач такого рода является способ вспомогательных секущих плоскостей (поверхностей) – посредников, с помощью которых устанавливают общие точки пересекающихся объектов [2]. В первую очередь, находят опорные точки: на контурах видимости проекций, экстремумы, характерные точки кривых и т.д. Далее полученные точки соединяют с учетом характера линии пересечения: кривая, ломаная, плоская кривая с изломами, предварительно проанализировав характер этой линии в зависимости от вида и взаимного положения тел[3]. Очень важно удачно задать положение плоскости-посредника, исходя из простоты построений линий пересечения ее с заданными геометрическими телами [1]. Для этого необходимо хорошо уметь строить сечения поверхностей при различных положениях секущей плоскости. В задачах на построение линий пересечения наклонных призм, цилиндров, пирамид и конусов [4] рекомендуется задавать секущие плоскости общего положения, содержащие прямые, параллельные образующим цилиндров или боковым ребрам призм и проходящие через вершины конусов или пирамид. Такие прямые будут носителем пучка плоскостей, пересекающих призму по прямым, параллельным боковым ребрам; цилиндр – по прямым, параллельным его оси; пирамиды и конусы - по прямым, сходящимся в вершинах (рис.1,2). Вторая прямая, задающая такую плоскость, проходит через точку пересечения первой прямой с плоскостью оснований пересекающихся поверхностей и принадлежит этой плоскости т.е. является следом секущей плоскости на плоскости оснований данных поверхностей (рис.1). Часто, при построении линии пересечения двух многогранников, бывает трудно соединить полученный набор точек в правильной последовательности, с учетом их видимости на проекциях. Для определения порядка соединения точек схематическую развертку граней 1-й поверхности накладывают на развертку 2-й поверхности, с учетом взаимного их расположения. На ребрах в соответствующих гранях наносят полученные точки и соединяют точки, которые находятся в одной грани. Заштриховав грани, невидимые на той или иной проекции, определяют невидимые участки линии пересечения.

Таким образом, знание метода, с помощью которого задается секущая плоскость при решении задач с указанными поверхностями, позволяет легко их решать [5].

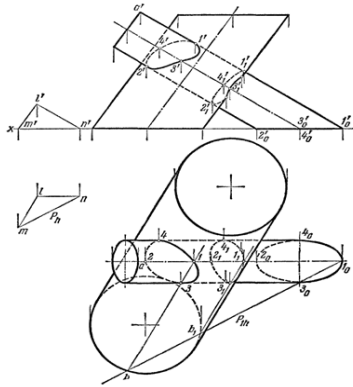


Рис.2. Пересечение цилиндров

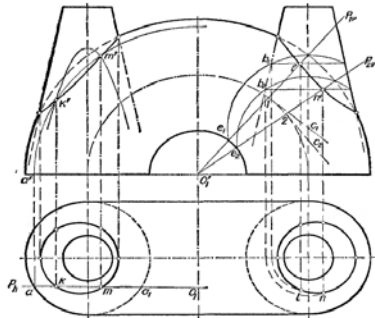


Рис.3. Пересечение тора и цилиндра

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 1.Иванов Г.С., Дмитриева И.М. К выбору посредника при решении первой позиционной задачи.//Геометрия и графика,2015, том 3, вып.1, с.26-31
2. 2. Пиралова О.Ф., Ведякин Ф.Ф. Краткий конспект лекций по начертательной геометрии. М.: Академия Естествознания, 2009, 135 с.
3. 3. Князев Д.Н., Устинова Е.С. Построение линии пересечения двух цилиндров в параметрическом виде// Технические науки в России за рубежом. Материалы IV Международной научной конференции. М.: Буки-Веди, 2015, с.122-125.
5. Сальков Н.А. Свойства циклид Дюпена и их применение. //Геометрия и графика, 2015, том 3, вып.1, стр.16-26
6. Степура Е.А. Некоторые трудности изучения геометро-графических дисциплин //Вестник Костромского государственного университета. 2018, №1, с.122-123

КРИВОЛИНЕЙНЫЕ ОБОЛОЧКИ КАК ОТРАЖЕНИЕ НОВЫХ КОНЦЕПЦИЙ XX ВЕКА В ТРАКТОВКЕ ПРОСТРАНСТВА

Господство над пространством - веками человек преследует эту цель как основополагающую. Успеху способствовало создание большепролетных сооружений. Так, первым примером, датируемым 125-м годом н. э., стал Пантеон Рима "Храм всех богов", ознаменовавший расцвет архитектуры древней цивилизации (рис 1). Уже позже притворяются в жизнь такие известные сооружения, как Купол мечети Айя (537 г.), Купол Флоренского собора (1436 г.) и многие другие.



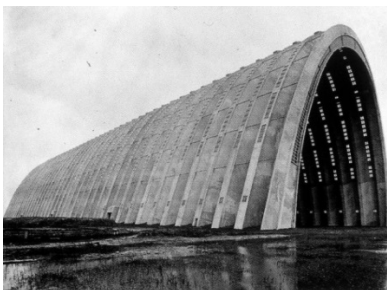
Рис. 1. Большепролетные сооружения древности:
Пантеон «Храм всех богов»

Основной проблемой долгое время служило отсутствие лёгких материалов для строительства. Поэтому воздвигаемые в камне большепролетные сооружения были результатом многолетнего труда огромного числа людей. Так, именно совершенствование железобетонных конструкций в прошлом веке поспособствовало созданию тонкостенных пространственных элементов: складок, оболочек и др. Произошло замещение арочных, балочных, плоскостных и рамочных конструкций пространственными конструкциями [1-3].

Возведенное в 1912-1913 гг. по проекту архитектора Макса Берга и инженера Трауэра здание Зала Столетия во Вроцлаве стало открытием среди первых пространственных конструкций. Особенности конструкции здания определены симметричным четырехугольником с круглым пространством в центре, достигающим 65 м в диаметре и 42 м высоты. Центральное пространство сделано из 32-х тонких ребер, которые сходятся в кольцо купола и прикрепляются к несущим стенам, имеющие арки (рис 2, а). Конструктивная идея применить складчатый свод параболической формы в создании большепролетных зданий, была впервые реализована при строительстве ангара для дирижаблей в Орли. Его спроектировал французский инженер Эжен Фрейсине в 1916 году (рис 2, б).



a



б

Рис. 2. Новые пространственные конструкции начала 20-ого века:

а) Зал столетия во Вроцлаве, б) Ангар дирижаблей в Орли

В 1922 году популярность приобрела теория пространственно-изогнутых оболочек Вальтера Бауерсфельда. Уже в 1925 г. можно было увидеть первые своды-оболочки при строительстве планетария в Иене, а после - в закрытых рынках в Лейпциге и Базеле. Удивляет соотношения толщины оболочки и пролета: пролет крытого рынка в Базеле – 60м, а толщина оболочки не превышает 8 см. Железобетон достаточно пластичный, это можно заметить, посмотрев на геометрию данного рынка: рынок в Базеле представляет собой восьмигранный купол, при этом углами восьмиугольника купол опирается на угловые колонны (рис 3, а).



a



б

Рис. 3.

а) Рынок в Базеле, б) прокатный цех металлургического завода в Выксе

Отечественный инженер В.Г. Шухов входит в разряд инженеров, чьи изобретения своим масштабом и значимостью повлияли на ход мировой строительной практики. Так, В. Г. Шухов создал особо легкие арочные конструкции. Данные конструкции можно увидеть в качестве несущих элементов стеклянных сводов над ГУМом и Петровским пассажем. Самым безупречным и наиболее эффективным типом металлического покрытия Шухова является конструкция из пяти сводов двойкой

кривизны для прокатного цеха металлургического завода в Вуксе(рис. 3, б). Длина и ширина данного цеха 75 м и 38,5 м соответственно. Жесткость в пространстве данного покрытия обусловлена наличием диагональных стержней, тем самым постройка становится экономичной и воздушной.

Таким образом, внедрение высокопрочных материалов и появление новых методов в строительстве определило направление развития современной архитектуры.

Данное направление приводит к воплощению смелых идей инженеров: появляются различные новые пространственные формы и элементы [4,5]. Применение криволинейных поверхностей позволяет отказаться от прямоугольных формообразующих элементов в строительстве. Неразделенное опорами внутреннее пространство сооружения и разнообразие геометрических форм составляет сущность современной архитектуры и дает толчок для дальнейшего ее развития.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Юрген Ёдике*. История современной архитектуры. Синтез формы, функции и конструкции. Москва. Искусство. 1972г. 248с.
2. *Демина А.В.* Здания с большепролетными покрытиями. Тамбов. Издательство ТГТУ. 2003. – 88.
3. *Мамиева Ираида Ахсарбеговна.* Аналитические поверхности в архитектуре Москвы // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений - 2013г.
4. *Иващенко А.В., Кондратьева Т.М.* Методика формообразования на основе проективнографических чертежей многогранников общего вида //В сборнике Инфорино 2018 Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2018. С 120-123.
5. *Ivashcenco A., Kondratyeva T.,Kaurkin V.,Polyakov O.* Formation of structures obtained on basis of polyhedra of general form. В сборнике:2018th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino. 2018. С. 8581768.

ГЕОМЕТРИЯ В ЖИВОПИСИ

Все искусство живописи основано на применении законов геометрии[1]. Для наиболее достоверной передачи естественного вида изображаемых объектов используются определенные геометрические методы, такие как перспектива, аксонометрия, метод ортогональных проекций. Художники использовали все эти приемы в своих работах. Каждый метод давал лучший результат в своем направлении, так как реальное пространство лучше передает один метод, а субъективное пространство - другой. В Древнем Египте живопись развивалась по правилам ортогональных проекций. В изображениях древнего Китая и Японии наиболее широко использовался метод аксонометрии[2];[3]. В европейских странах популярен метод прямой перспективы для более объективного изображения действительности, но для иконописного искусства Византии и Древней Руси художники использовали технику обратной перспективы[4]. Художники эпохи Возрождения смогли исправить погрешности аксонометрии в передаче глубины пространства, и в их картинах глубина видимого мира стала передаваться более четко и глубоко. С помощью этих направлений и методов удалось улучшить передачу зрительной системы восприятия[5]. На примере картины "Тайная вечеря" рассмотрим, как Леонардо да Винчи удалось применить методы перспективы.



Рис. 1. "Тайная вечеря"

На полотне мы видим последнюю трапезу Иисуса Христа с апостолами. Ученики Христа узнали, что один из них был предателем.

Образ Христа -это центр картины. Параллельные линии-стен потолка сходятся в центре картины. Леонардо да Винчи изобразил апостолов симметричными партиями, по две тройки с каждой стороны от Христа. Каждая группа изображает трех учеников. Группы, которые ближе

коХристу, будто вставлены в два треугольника. Они как бы обрамляют центральную фигуру. Группы, которые располагаются дальше от фигуры Христа образуют четырехугольники. Вертикальная ось картины проходит через главную точку, и вся композиция уравнивается относительно нее. В "Тайной вечере" Леонардо да Винчи удалось объединить живопись с основами геометрии. Мастера эпохи Возрождения старались как можно четче изобразить глубину пространства картины. В качестве системы координат художники изобразили квадраты напольной плитки, а также и квадратные элементы потолка[6].

Художник Рафаэль использовал принцип соединения частей и целого в работе над картиной "Обручение Марии".



Рис. 2. «Обучение Марии»

Композиция выполнена в вертикальной симметрии. Мы видим квадраты напольной плитки, которые создают глубину и чёткость картины. Линия горизонта, используемая художником, проходит через середину дверного проема ротонды, которой вертикаль картины разделена точно по отношению к золотому сечению. ($\Phi=1.618$). Обратимся к знаменитой иконе Рублева "Троица". Святая Чаша изображена на престоле, и три святых Ангела собрались для тихого и неспешного разговора. В "Троице" три ангела символизируют единство и гармонию. Талант гениального художника воплотил в иконе идею нерушимого единства. Мир, гармония и любовь - вот смысл этой иконы.



Рис.3. «Троица»

При более детальном изучении иконы мы заметим, что край правой табуретки не параллелен ноге правого ангела, а край левой стопы и стопа левого ангела не имеют общей точки схода. Оказывается, аксонометрия правой и левой частей иконы, а также Обратная перспектива не выдерживаются строго. Почему Рублев вообще написал икону с применением метода Обратной перспективы? Потому, что была поставлена задача: -икона не должна быть реалистичной, а наоборот должна убедить вас в том, что это чудо, которое может быть сверхъестественным и, в то же время, реальным. Это именно то, что демонстрирует обратная перспектива, когда параллельные линии не сходятся, а наоборот расходятся и дают сверхъестественную точку зрения на мир.

Леонардо да Винчи сказал: «Учение о перспективе-это и вожатый, и врата: без него ничего хорошего в живописи создать невозможно».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гусарова Е.А., Спирина Е.Л.*О необходимости правильного выбора аксонометрических проекций для достижения достоверного изображения // *Инновации и инвестиции* №12 2019г;
2. *Гусарова Е.А.; Спирина Е.Л.*Критерии выбора основных величин и зависимость между ними в прямоугольной изометрии // *Инновации и инвестиции* №10 2018г.;
3. *Сальков Н.А., Гольшев А.А., Герасько А.М.*Начертательная геометрия для студентов факультета живописи // *Журнал естественнонаучных исследований.* 2018. Т. 3. № 4. С. 2-9.
4. *Сальков Н.А., Гольшев А.А., Герасько А.М.*Начертательная геометрия для студентов факультета живописи // *Журнал естественнонаучных исследований.* 2018. Т. 3. № 4. С. 2-9.
5. *Болтов Д.В.*Линия в архитектурной графике и рисунке // *Архитектура - Строительство - Транспорт материалы* 72-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 2016. С. 257-261.

Студентка 1 курса 10 группы ИГЭС Будникова В. А.

Студентка 1 курса 10 группы ИГЭС Фирсова В. Ю.

Научные руководители – ст. преп. О.В. Крылова, ст. преп. М. В. Царева

КОНСТРУИРОВАНИЕ ОБОЛОЧЕК ИЗ ПОВЕРХНОСТЕЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПО ЗАДАННОМУ УСЛОВИЮ

Оболочки, состоящие из поверхностей второго порядка, довольно распространены, поэтому конструирование их из конгруэнтных кусков поверхностей второго порядка по заданному ребру жесткости представляет особый интерес.

Рассмотрим конструирование оболочки из конгруэнтных кусков параболического цилиндра. Для этого нужно пересечь его по параболе, которая будет являться общим ребром жесткости для соседних кусков. Пусть параметр данной параболы равен $p1$. Когда задача решена (то есть плоскость α , имеющая уравнение $y = kx$, пересекает цилиндр по данной параболе), $OF = O'F' = \frac{p1}{2}$ (рис. 1). Через точку F' проводим плоскость β , уравнение которой $z = \frac{p1}{2}$. Она пересекает цилиндр ($x^2 = 2pz$) по прямой $x = \pm\sqrt{pp1}$, которая пересекает плоскость α в точке $A'(\pm\sqrt{pp1}; \pm k\sqrt{pp1})$. Из рисунка видно, что $A'F' = p1$.

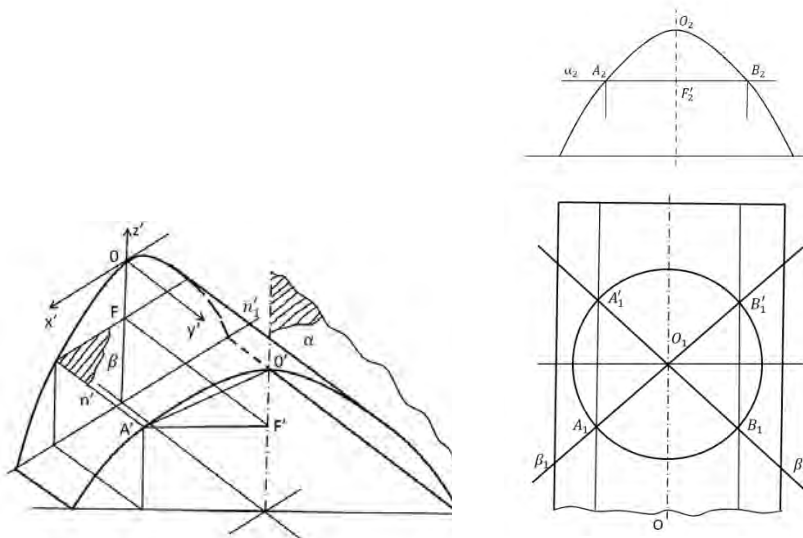


Рис. 1 Построение конгруэнтных кусков параболического цилиндра

Тогда $(O'A')^2 = (O'F')^2 + (A'F')^2 = pp_1 + k^2 pp_1 + \frac{p_1^2}{4}$. После преобразования получим: $p_1^2 = pp_1 \sqrt{1 + k^2}$ или $k = \frac{1}{p} \sqrt{p_1^2 - p^2}$ (1). Тогда при $p_1 \geq p$ искомая плоскость существует.

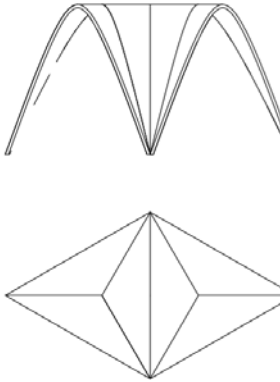
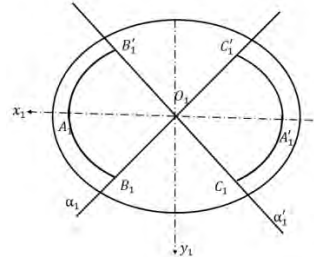


Рис. 2 Оболочка из конгруэнтных частей цилиндра

Рассмотрим конструирование оболочки из конгруэнтных кусков эллиптического параболоида. Он задается формулой $\frac{x^2}{p} + \frac{y^2}{q} = 2z$.

Аналогично параболическому цилиндру определим положение плоскости, которая пересекает параболоид по заданной параболе. Её уравнение $y = kx$. Следовательно, $x^2 = 2 \frac{pqz}{q' + pk^2}$ (2). Исходя из (1)

можно заменить p параметром параболы (2). Из этого



$$k = \frac{q + pk^2}{pq} \sqrt{p_1 - \frac{pq}{q + pk^2}} \quad (3)$$

$$= \sqrt{\frac{q(pq + p - 2p_1) \pm q \sqrt{p^2 + p_1^2 - q^2 - 4pq p_1 - 2p^2 q}}{2pp_1}}$$

На рис. 3 куски также ограничены плоскостями β и β_1 , которые содержат заданный эллипс с полуосями a_1 и b_1 . Для определения их положения проводим плоскость $z = kx$, параллельная искомой. Тогда

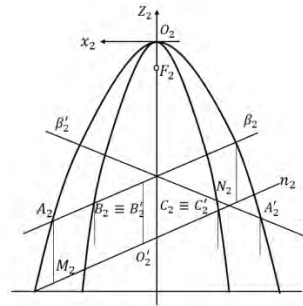


Рис. 3 Построение конгруэнтных кусков эллиптического параболоида

$b_2 = k \sqrt{pq}$ и $a_2 = pq \sqrt{1 + k^2}$
 Из подобия эллипсов: $k = \pm \frac{1}{b_1} \sqrt{\frac{q}{p} a_1^2 - b_1^2}$? а для этого $\frac{q}{p} a_1^2 \geq b_1^2$.

Рассмотрим конструирование оболочек из конгруэнтных кусков гиперболического параболоида (Рис. 5).

$$\frac{x^2}{p} - \frac{y^2}{q} = 2z$$

От предыдущего случая выражение отличается одним знаком, тогда (3) можно записать, как

$$k = \frac{q-pk^2}{pq} \sqrt{p_1 - \frac{pq}{q-pk^2}}$$

$$= k$$

$$= \frac{\sqrt{q(pq-p+2p_1) \pm q \sqrt{p^2(1+q^2)+2pq(2p_1-p)}}}{2pp_1}$$

$z=kx$ – уравнение фронтально-проецирующих плоскостей, пересекающих параболоид по заданной гиперболе. Направление этой плоскости:

$$k = \pm \frac{1}{b_1 \sqrt{p}} \sqrt{\frac{q}{p} a_1^2 - b_1^2}, \text{ при этом } \frac{q}{p} a_1^2 \geq b_1^2$$

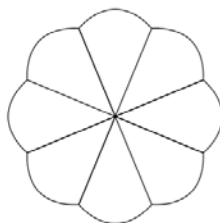


Рис. 4 Оболочка из конгруэнтных частей параболоида

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Короев Ю. И.*, Начертательная геометрия. 2015.
2. *Найдыш В. М.* Методы и алгоритмы формирования поверхностей и обводов по заданным дифференциально-геометрическим условиям. 1982.
3. *Михайленко В.Е., Обухова В.С., Подгорный А.Л.* Формообразование оболочек в архитектуре. Киев. «Будивельник», 1972, стр. 205.
4. *Иванов В.Н.* Геометрия и формообразование нормальных поверхностей с семейством плоских координатных линий.// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, №4, 2011, с.6-14
5. *Гусарова Е.А., Зонтов Р.А.* Алгебраический метод решения задач начертательной геометрии.//Геометрия и графика. Сборник научных трудов. М.: МГУТХ им. М.В.Ломоносова, 2011, с.101-109.
6. *Иванов В.Н.* Геометрия и формообразование нормальных поверхностей с семейством плоских координатных линий.// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, №4, 2011, с.6-14
7. *Гусарова Е.А., Зонтов Р.А.* Алгебраический метод решения задач начертательной геометрии.//Геометрия и графика. Сборник научных трудов. М.: МГУТХ им. М.В.Ломоносова, 2011, с.101-109

*Студент 1 курса 4 группы ИСА Бунякин С.Н.
Научный руководитель преподаватель Д.А. Ваванов*

ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ КОМПОЗИЦИЯ СРЕДНЕВЕКОВОГО КАТОЛИЧЕСКОГО ХРАМА

Данное исследование касается стиля готики, рассматриваемый собор относится к раннему её периоду [1]. Внешний вид сооружения, как и декор, могут быть эталоном готического стиля 12-го столетия. (рис.1)



Рис. 1 Внешний облик и элементы декора.

Решались две достаточно сложные задачи: как перекрыть достаточно большой пролёт, при этом здание должно быть направлено ввысь, к небу, а внутренний объём должен быть единым. При этом следовало распределить огромную нагрузку стен и сводов на колонны, так как технологии, позволявшие в Древнем Риме изготавливать железобетон, были утрачены [2].



Рис.2 Каркас собора эпохи ранней готики.

Вот так выглядели в разрезе несущие конструкции собора эпохи ранней готики (рис.2).

Как мы помним, железобетон отсутствует, поэтому выкладывали арки стреловидной формы из тесаного камня, далее нагрузка от покрытия передавалась на несущие стены, укрепленные контрфорсами, через аркбутаны [3].

Данный обзор показывает, как для этой цели зодчие Средневековья использовали современные им геометрические методы. Вот простейшие примеры: найти размер колонны и геометрический центр (рис.3); определить высоту удаленного сооружения, исходя из соотношения сторон треугольника (рис. 4).

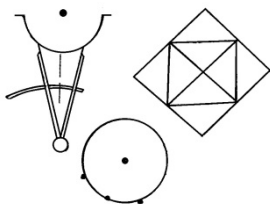


Рис. 3 Определение размера и центральной точки

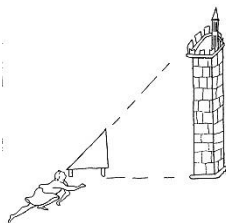


Рис. 4 Нахождение высоты сооружения

Как мы помним, таких наук, как сопротивление материалов, каменные конструкции – не существовало, поэтому соотношение размеров элементов вычислялось способами геометрии, плюс испытания каменного бруска на излом (французский брусок, итальянский брусок и т.д.)[4]. Нас интересует первое. Геометрический приём, состоявший в том, что в арку вписывали равнобедренную трапецию (рис. 5). Профили арок также строились при помощи циркуля (рис. 6).

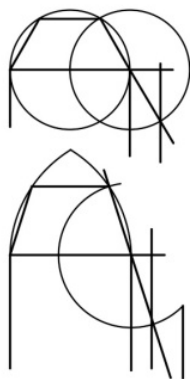


Рис.5 Нахождение толщины опоры

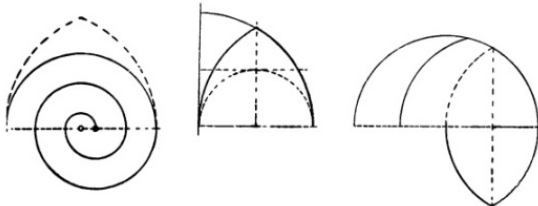


Рис. 6 Построение схем арок

Элементы архитектуры должны были иметь сложную симметричную форму [5]. Великий немецкий график Дюрер в своём альбоме приводит 10 схем, по которым строились профили готических колонн. Разберём построение одной из них методами AutoCAD, способ выдавливания. Вычертим 6-лопастную звезду по схеме Дюрера. Затем преобразуем её в полилинию, назначаем команду выдавливание и зададим высоту.

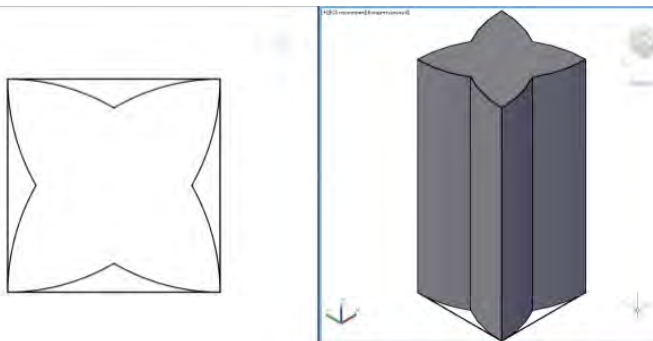


Рис. 8 Построение 3Dмодели из схемы Дюрера.

Таким образом, мы видим, как зодчие средневековья имеющимися геометрическими средствами решали достаточно сложные технические задачи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *ВиоллелеДюк Э.Э.* Энциклопедия готической архитектуры. М. Эксмо. 2013. С. 227
2. *Рехт Р.* Верить и видеть. Искусство соборов XII–XV веков. М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2018. С. 152.
3. *Ювалова Е.П.* Сложение готики во Франции. СПб. 2000. С. 278
4. *Прак Н.Л.* Язык архитектуры. Очерки архитектурной теории. М. 2017. С. 146.
5. *Шюц Б., Огурцова С. Е.* Европейские монастыри. Средние века – Ренессанс. М. 2004. С. 317.

*Студентка 1 курса 18 группы ИСА Гарибян К.В.
Научный руководитель – преп. Е.А. Гусарова*

САМАЯ ВЫСОКАЯ БАШНЯ ШАНХАЯ

В деловом квартале Пудун Шанхая возвышается башня, которая считается символом процветания Китая[1]. Высота её составляет 632 метра или 2,073 фута (132 этажа), а площадь – 380 тыс. м². Выше этого сооружения в стране нет, а во всём мире она находится на третьем месте. Сейчас наиболее высокой является знаменитая башня - игла Бурдж Халифа в Объединенных Арабских Эмиратах (828 метров). Неподалеку от Шанхайской башни располагается башня Цзинь Мао и Шанхайский финансовый центр, все вместе они являют собой оригинальный и ультрасовременный архитектурный комплекс, демонстрирующий величие и процветание не только города, но и страны. Спроектировал башню архитектор ДжунСя. По его словам, композиция из этих трех высоток долго будет служить ярчайшим образчиком сегодняшнего и будущего Китая[2].



Рис. 1.

Слева направо: Шанхайский всемирный финансовый центр, башня Цзинь Мао и Шанхайская башня.

Возвести этот небоскрёб решили в 1993 году, но лишь 29 ноября 2008 года торжественно был заложен фундамент, а перед этим башню исследовали по поводу влияния на неё природных катаклизмов.

Для укрепления в грунт были вбиты 980 мощных свай вглубь на 86 метров, после чего заполнили 61000 кубометрами бетона, в качестве основания поперечное сечение которой составляет 6 метров. Фундамент был залит в марте 2010 года за 63 часа при помощи 450 бетономешалок[4]. 3 августа 2013 года конструкция была возведена до уровня крыши (рис.1).



Рис 2

С китайским архитектором ДжунСя над постройкой этого единственного в своём роде сооружения работала американская архитектурная фирма Gensler. Состоит сооружение из 9 цилиндрических зданий, которые накладываются одно на другое.

Отличительной особенностью небоскрёба стал его «скрученный» внешний вид. Конструкция при повышении закручивается на 120 градусов, а вращение на один этаж происходит приблизительно на 1 градус. Конусовидная форма, текстура и асимметрия – всё это уменьшает нагрузку ветров на строение на 24 процента, равномерно распределяя её. Оболочки наружные и внутренние являются прозрачными, что даёт возможность максимально освещать внутреннее пространство за счёт прямого освещения солнца, что значительно позволяет сэкономить электроэнергию. Снаружи облицовка осуществляет изоляцию построй-

Основное строительство закончилось в августе 2014 года, после чего приступили к отделке внутри. Изначально ожидалось введение в эксплуатацию Шанхайской башни в ноябре 2014 года, но отделка несколько затянулась и, в результате, это произошло 18 февраля 2015 года. Оценивается постройка от 2,4 до 4,5 миллиардов долларов США.

Конструкция башни совершенно исключительна. Устройство таково: внутри находится центральное здание, а снаружи оно закрыто внешней оболочкой.

ки, за счёт чего экономится энергия для отопления и охлаждения. Парапет башни выполнен в виде спирали и, благодаря этому вода от дождей собирается и затем используется для обогрева, охлаждающей системы и кондиционирования воздуха. Ветровые турбины, располагающиеся непосредственно под этим парапетом, производят электричество, после чего это электричество используется для верхних частей башни[3].

Строение в виде спирали придает башне новомодный конструктивистский вид. Вместо того чтобы открыто превзойти два уже имеющихся небоскрёба, при постройке башни проектировщики обращались с металлом, бетоном и стеклом так, будто это был пластилин, смягчая её углы. Башня ассоциируется с драконом, который поднимается по спирали здания вверх. Восходящая спираль также как бы намекает на рост экономики Китая[5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 1.ВЫСОТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В КИТАЕ Сяо В., Цзо Ш., Чжан Ц. сборник: Молодежь и научно-технический прогресс IX международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 томах. 2016. С. 135-139.
2. 2.НЕБОСКРЕБЫ ШАНХАЯ: НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕЧеркашенко К.В.Архитектура и время. 2019. № 3. С. 19-21.
3. 3.КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ
4. Баранов А.О.
5. AlfaBuild. 2018. № 5 (7). С. 33-51.
6. 4.МАСШТАБНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНОГО ЗДАНИЯ НА ПРИМЕРЕ НЕБОСКРЕБА "ШАНХАЙСКАЯ БАШНЯ"Астафьева Н.С., Аитова М.В.
7. сборник: Наука молодых - будущее России Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5-ти томах. Ответственный редактор А.А. Горохов. 2017. С. 79-81.
8. 5.КИТАЙ. ИННОВАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ: СТРЕМЛЕНИЕ К ЛИДЕРСТВУ Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А. Academia. Архитектура и строительство. 2015. № 2. С. 7-17.

ОВАЛ КАССИНИ И ЛЕМНИСКАТА БЕРНУЛЛИ

Есть ли связь между семейством овалов Кассини и выразительной кривой, напоминающей знак бесконечности, – лемнискатой Бернулли? Оказывается, есть. Правда, ученые, открывшие и описавшие их, Джованни Доминико Кассини (1625-1712) и Якоб Бернулли (1654-1705), так и не установили факт родства этих кривых. Принадлежность лемнискаты к семейству овалов Кассини доказал в 1806 году, через 120 лет после ее открытия, итальянский математик Саладини.

Д.Д. Кассини был директором Парижской обсерватории, известным астрономом при дворе короля Людовика Четырнадцатого, вычислившим периоды обращения вокруг своих осей Юпитера и Марса, открывшим 4 спутника и пылевые кольца Сатурна, а также рассчитавшим расстояние от Земли до Солнца. В 1680 году Кассини изучает кривую, которая оказалась геометрическим местом точек, произведение расстояний которых до двух фиксированных точек (фокусов) есть константа [2]. Эта кривая интересовала его как геометрическая форма планетарной орбиты, которую он предложил взамен принятого ранее эллипса Кеплера [5], изучая взаимное движение Земли и Солнца. Если указанная константа больше половины расстояния между фокусами, то образуется овал, постепенно сжимающийся посередине к большой оси, по мере приближения этих значений друг к другу. Когда величина константы равна квадрату половины межфокусного расстояния, овал превращается в кривую, напоминающую восьмерку или знак бесконечности – лемнискату. Если константа меньше половины величины межфокусного расстояния, кривая распадается на два овала, охватывающие фокусы. Интересно, что при радиолокации область, в которой обнаруживается цель, очерчена овалом Кассини, где источник излучения находится в одном фокусе, а приемник – в другом. Областью обнаружения астероидов, отражающих солнечный свет, будет поверхность, образованная вращением овала Кассини вокруг прямой, соединяющей наблюдателя (телескоп) и Солнце.

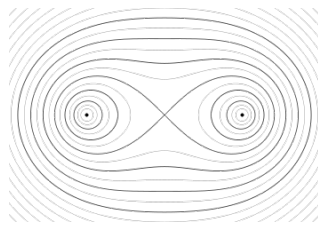


Рис. 2 Овалы Кассини

Лемниската [1] была впервые описана известным математиком и физиком Якобом Бернулли в статье по теории приливов в 1694 году. Профессор математики Базельского университета (Швейцария), брат не менее знаменитого ученого Иоганна Бернулли, он известен своими ра-

ботами в области алгебры, геометрии, физики. Именем братьев Бернул-ли назван кратер на Луне; пять представителей этой семьи были в числе академиков Петербургской Академии наук.

Лемнискату определяют как геометрическое место точек, для кото-рых произведение расстояний до фокусов равно квадрату половины величины расстояния между фокусами[3]. Название кривой дано из-за ее сходства с бантом из лент (по- гречески «лемнискатус» - украшен-ный лентами). Лемниската широко используется не только при описа-нии различных физических процессов и геометрических форм, но и применяется в технике. Например, в железнодорожном деле участки данной кривой служат переходами от прямолинейных к округлым формам железнодорожного полотна, при этом обеспечивается плавное, по-степенное закругление, без которого произошло бы резкое увеличение центробежной силы, опасное для поезда и пассажиров. Можно встре-тить применение этой кривой в дизайне: контуре оправы для очков, форме песочных часов; в формообразовании строительных конструк-ций[3], архитектурных украшениях фасадов зданий.

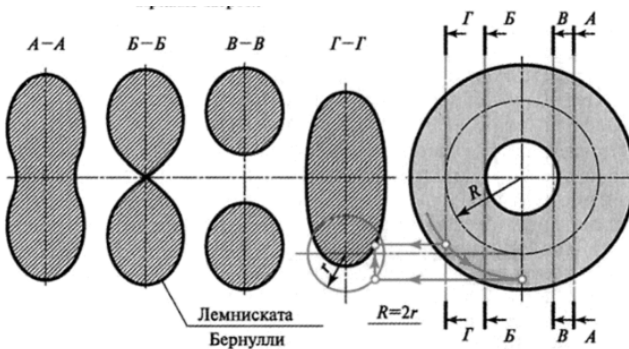


Рис. 2 Кривые Персея

И все-таки, как доказать, что лемниската Бернулли – это частный случай овалов Кассини? Оказывается, это легко сделать геометрически, исследуя сечения открытого тора. В зависимости от положения секущей плоскости, можно получить три группы сечений: 1) секущая плоскость перпендикулярна оси вращения тора; в сечении получаем окружности – параллели тора; 2) секущая плоскость параллельна оси вращения тора, в сечении получаем кривые Персея, которые относятся к семейству овалов Кассини, как частный случай; 3)секущая плоскость проходит к оси вращения тора под углами, отличными от 0 или 90 градусов. Исследуя сечения второй группы, передвигая секущую плоскость параллельно оси вращения тора, получаем, в частности, лемнис-

кату Бернулли. Это произойдет, когда секущая плоскость будет иметь точку касания с внутренней частью поверхности тора. Чертежники использовали два способа построения лемнискаты с помощью простых приспособлений. В первом случае применяли два чертежных угольника и вычерченную на бумаге окружность. Вторым способом было вычерчивание кривой с помощью простейшего устройства, состоящего из трех планок, скрепленных шарнирами; при этом концы крайних двух планок закреплялись в фокусах. Сейчас такие кривые строят с помощью графических редакторов[3,4], что дает возможность дальнейшего исследования и создания новых интересных объектов с применением семейства кривых Кассини.

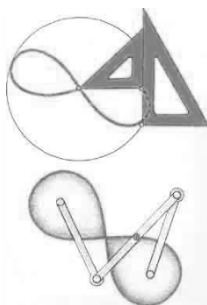


Рис.3 Способы построения лемнискаты

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпушина М.Н. Абель и лемниската.//Математика в школе, №1, 2019, с.80-83.
2. Полежаев Ю.О., Кондратьева Т.М. Начертательная геометрия (проекционная геометрия с элементами компьютеризации). М.: АСВ, 2010,144 стр.
3. Иванов В.Н. Геометрия поверхностей и кривых.//Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, №5,2014, с.4-9
4. Иванов В.Н. Геометрия и формообразование нормальных поверхностей с семейством плоских координатных линий.// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений, №4, 2011, с.6-14
5. Гусарова Е.А., Зонтов Р.А. Алгебраический метод решения задач начертательной геометрии.//Геометрия и графика. Сборник научных трудов. М.: МГУТХ им. М.В.Ломоносова, 2011, с.101-109

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ПОИСКИ МАУРИЦА ЭШЕРА

«Симметрия обнаруживаемая и в жизни, и в искусстве...
является одним из принципов гармонического построения мира.»
(Г. Вель)

Актуальность темы доклада определяется тем, что симметрия форм является одним из наиболее часто встречающихся приемов в архитектуре зданий, оформлении помещений, дизайне, и свойственна, в первую очередь, в классической архитектуре, например встречается в греческих портиках (см. Рис.1). В тоже самое время, симметрия форм в архитектуре может быть представлена не только в классическом, двухстороннем («зеркальном») виде, но и в разнообразных, более декоративных вариантах.

Симметрия или инвариантное преобразование весьма распространенное явление, как в живой природе, так и искусственной окружающей человека среде, но она имеет различные построения своего рода. Одним из интересных фактов является пятилучевая симметрия. Её не могут иметь неодушевлённые предметы (кристаллы), и наоборот характерная для цветов и вирусов, то есть для одушевлённых (см. Рис.2). В этом кроется некая тайна, живые организмы используют её, чтобы избавиться от «захвата» их решетки, иными словами окаменения.



Рис.1. Симметрия в архитектуре

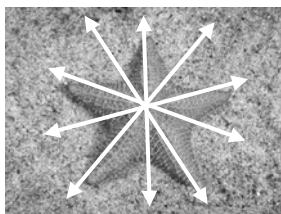


Рис.2. Симметрия у живых существ



Для построения симметрии часто используют основные три типа операции: отражение, поворот и трансляция. Также зачастую встречаются их комбинации и цветовая симметрия (см. Рис.3).

Зеркальной симметрия (отражение) обладает разбиением на две зеркальные равные половины, а плоскость, которая условно разделяет их, называется плоскостью отражения («зеркального отражения»). В отличие от реального зеркала обе стороны нашего идеального зеркала способны отражать. Элементом симметрии является абстрактное «зеркало». Соответствующее действие (отражение в плоскости) называется операцией симметрии.

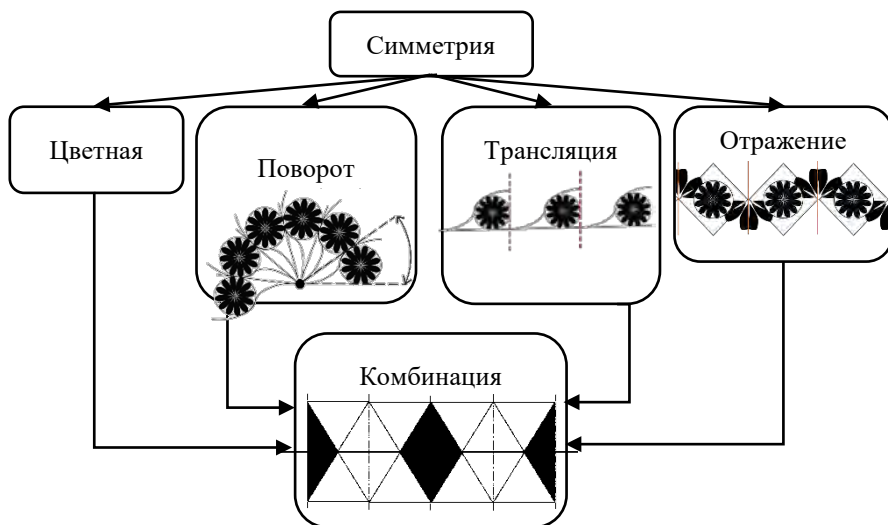


Рис.3. Схема операций симметрии

В свою очередь поворотная симметрия похожа на зеркальную, но она образуется с помощью определенного угла между зеркалами. Основным элементом, относительно которого образуется симметрия, является ось, вокруг которой происходит поворот, операция симметрии в таком случае сводится к повороту части изображения на определенный угол. Например, ось будет называться осью 4-го порядка, если будет совершено один за другим 4 поворота, угол поворота в таком случае будет равен $360^\circ/4 = 90^\circ$. К примеру, если угол поворота 30° , то есть - ось 12-го порядка. Наряду с этим существует спиральная симметрия, то есть радиус оси вращения постепенно увеличивается.

Такая операция как трансляция (перенос) определяется повторяемость в пространстве через определенное расстояние. Также трансляция могут породить два параллельных зеркала или повороты вокруг двух осей симметрии 2-го порядка.

Отцом цветной симметрии считается М.К Эшер. Если бы все фигурки на его мозаиках были одного цвета, то мы бы не смогли различить границы фигурок. Однако до Эшера никому и в голову не приходило,

что задний план можно сделать эквивалентным переднему плану. Также для создания цветной симметрии используется «цветоактивное» зеркало, которое преобразует белый цвет в черный, и наоборот.

Новым элементом симметрии считается – комбинация, порожденный двумя предыдущими элементами. Один из самых распространенных является скользящее отражением, в котором присутствуют две операции: отражение и поворот. Ещё её называют «моноклиной» симметрией, когда используется для построения орнамента одна ось вращения, одна зеркальная плоскость и один центр симметрии.

Симметрия окружает нас повсюду и является эквивалентом уравнивания и гармонии. Она часто применяется: в архитектуре, живописи, даже в постройке жилых комплексов и районов, так как с помощью зеркальной симметрии можно экономить пространство. Паркетные полы, узоры на обоях, кружевные ленты, кристаллические структуры, дорожки, мощенные кирпичом и во многом другом встречается симметрия.

Одним из примеров применения симметрии форм в архитектуре являются фракталы. Они обладают свойством самоповторения («самоподобия»), то есть объект, часть элементов которого в точности или приближённо копируют сами себя, а структура обладает свойством рекурсивности (см. Рис.4).

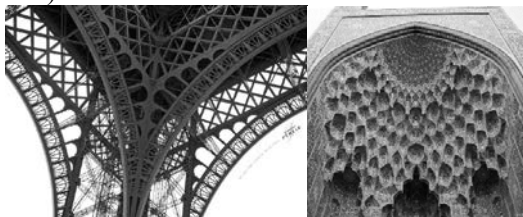


Рис.4. Фракталы в архитектуре
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1

енешаль М., Флек Дж. Узоры симметрии / пер. с англ. Ю.А. Данилова; под ред. Н.В. Белова и Н.Н. Шефталя. М.: Мир, 1980. 271 с.

2 *Николаева Е.В.* Фракталы городской культуры./ООО Страта. 2014.-260.

3 *Бабич В.Н.* О фрактальных моделях в архитектуре / *В.Н. Бабич, А.Г. Кремлев*// Архитектон: известия вузов. – 2010. – № 30.

4 Шенбергер Т.Е., Кондратьева Т.М. Фракталы в архитектуре уникальных зданий игородской застройке. В сб. Дни студенческой науки. НИУ МГСУ,2018. С. 366-368.

5 Иващенко А.В., Кондратьева Т.М. О гармонизации многогранных структур, основанных на проективнографических чертежах, в архитектуре и дизайне //Иновации и инвестиции. 2018. № 7. С 165-170.

Студентка 1 курса 61 группы ИСА Горнова П.Ю.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Т.М. Кондратьева

ФРАКТАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Несмотря на то, что люди на протяжении всего своего существования находились в окружении природы, взаимодействовали с ней каждый день, основанная на ней новая геометрия проектирования и строительства городской среды появилась лишь в середине XX века.

Пока художники основывали новые направления в искусстве и находили неизвестные до этого средства выражения творчества, математики открывали некие множества, которые сложно было объяснить и изобразить с помощью уже известных методов. «Канторова пыль», «снежинка Коха», «салфетка Серпинского», множество Жюлиа – лишь некоторые из математических загадок, не входивших в рамки традиционной геометрии. Исследования Б.Мандельброта в 1960-70 гг. с использованием ЭВМ показали, что эти необычные множества входят в совершенно новую область математики – фрактальную геометрию.

Фрактал - множество, которое в точности или приближённо совпадает с частью себя самого. В основе фрактального анализа городской структуры лежит поиск самоподобных пространств. Фрагмент фрактала, идентичный основному множеству, повторяется на каждом уровне меньшего масштаба.

В природе фракталы встречаются в виде ветвей и листьев растений, рек и их притоков, снежинок, нервной и кровеносной систем человека.

Существует два вида фракталов: линейные и нелинейные. Линейные являются самыми очевидными (рис. 1). К примеру, повторяемость кривой Пеано или треугольника Серпинского можно легко различить визуально. Замок Каstell-дель-Монте в Италии, Великий египетский музей в Гизе, храм Боробудур в Индонезии – яркие представители фрактальной архитектуры линейного типа.

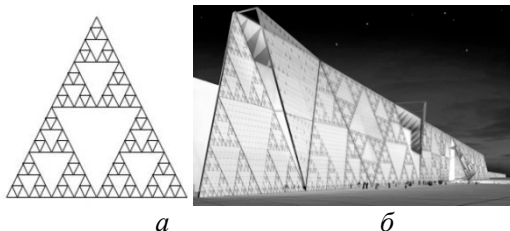


Рис.1. Линейные фракталы:

а) треугольник Серпинского б) Великий египетский музей

Бассейны Ньютона не являются самоподобными геометрическими фигурами, но при увеличении показывают бесконечное количество соб-

ственных уменьшенных копий. Такие фрактальные структуры можно обнаружить во многих застройках современных городов: Исторический музей на Красной площади в Москве, «Колодец масонов» в Португалии, ресторан Тори-Тори в Мехико (рис. 2).



а

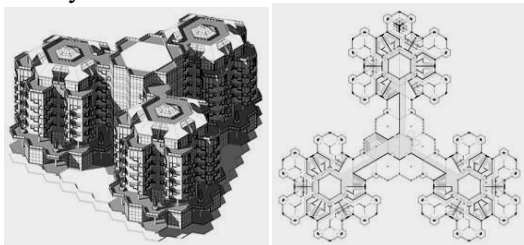
б

Рис.2. Нелинейные фракталы:

а) бассейны Ньютона б) «Колодец масонов»

В настоящее время разрабатывается все больше проектов жилых комплексов на основе фрактальной геометрии.

Прототип шестиугольного квартала был разработан студентами СПГУДТ вместе с Е.Марчуковой и представлен на биеннале «Модульор-2015» (рис. 3). Данный проект отчетливо выделяется на фоне проектов типовых построек с улучшенной планировкой помещений. Каждая квартира выходит на 3 стороны света, имеет естественное освещение во всех комнатах, а также естественную вентиляцию за счет наличия атриумов. Территория комплекса обладает более плотной застройкой, свободные пространства используются более рационально, обеспечивая при этом комфортные условия жизни.



а

б

Рис.3. Фрактальный квартал Е.Марчуковой:

а) аксонометрия группы жилых корпусов

б) план типового этажа

Проект фрактального мегаполиса «Морская звезда» А.Калачевой представляет собой правильный пятиугольник, в центре которого находятся культурный, образовательный, научный и управленческий центры (рис. 4). Их окружают пять жилых районов правильной пятиугольной формы. Один район состоит из пяти жилых комплексов с атриумами

внутри, которые обеспечивают естественное освещение и проветривание каждой квартиры. К слову, квартир на этаже также пять. В центре каждой квартиры есть просторный пятиугольный холл, являющийся центром для ее функциональных зон.

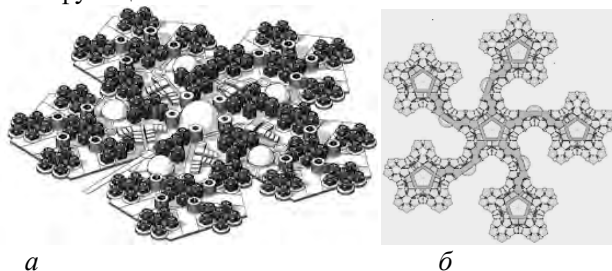


Рис.4. Фрактальный мегаполис А. Калачевой:
а) аксонометрия б) план территории

Применение фракталов в формообразовании архитектуры города дает следующие преимущества: повышение связи между различными уровнями городской коммуникации, более плотная застройка, рациональность использования территорий, увеличение функциональности зданий и сооружений, разносторонние планировочные решения жилых и общественных пространств, эстетическая привлекательность застройки, схожесть с природными формами и ее благоприятное влияние на здоровье человека.

Фрактальная геометрия стала фундаментом для новой методологии в проектировании современных городских пространств[1-5]. Города будущего будут органично взаимодействовать с естественными природными ландшафтами. Эстетика зданий и сооружений будет обусловлена их функциональностью. Использование фрактальных структур поможет архитекторам и дизайнерам создавать пространства с учетом естественных потребностей людей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Салингарос Н.А.* Алгоритмическое проектирование для устойчивого развития, 2014, 285 с.
2. *Николаева Е.В.* Фракталы городской культуры./ООО Страта. 2014.-260.
3. *Бабич В.Н.* О фрактальных моделях в архитектуре / *В.Н. Бабич, А.Г. Кремлев*// Архитектон: известия вузов. – 2010. – № 30.
4. Шенбергер Т.Е., Кондратьева Т.М. Фракталы в архитектуре уникальных зданий и городской застройке. В сб. Дни студенческой науки. НИУ МГСУ, 2018. С. 366-368.
5. *Исаева В.В.* Фрактальность природных и архитектурных форм /*В.В.Исаева, Н.В.Касьянов*// Культура. Вестник ДВО РАН, 2006. – № 5. – С.119-127.

*Студентка 1 курса 21 группы ИИЭСМ Гражданкина Е.В. ,
Студентка 1 курса 21 группы ИИЭСМ Шанина А.А.
Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц.Е.П. Знамен-
ская*

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГОТИЧЕСКОГО СТИЛЯ В АРХИТЕКТУРЕ

Романский стиль послужил развитию готического стиля в архитектуре. Готика зародилась в середине *XII* века во Франции. В страны Восточной Европы готика проникла позднее. Россия в это время находилась под влиянием Византийской культуры и этот стиль появился полностью в конце *XVIII* века с распространением идей романтизма, но не получил большой популярности. Но все же оставил в России свой след. Например, павильон Шапель в Царском селе (*рис. 1.*), Чесменская церковь в Санкт-Петербурге (*рис. 2.*), а также храмы, усадьбы, особняки, водонапорные башни и т.д. с готическими элементами. Но все это псевдоготика. [3]

Как же она появилась? Появление ее в архитектуре связано со словом «свет», из представления, что Бог – это и есть свет (это краткая формулировка постулата учения, который стал теоретическим обоснованием готического искусства). Аббат Сен Дени Сугерий заложил основы концепции готики. Для него готический стиль – это воплощение идеи, которая была найдена в трудах святого Дионисия, первого епископа Парижа. Аббат Сугерий воплотил эти идеи в строительстве церкви Сен Дени, рассматривая собор как реликварий божественного света.

Появление готического стиля ассоциируется у нас со временем традиций и неизменностью жизненного уклада и поэтому является смелым экспериментом с технической и религиозной точки зрения. [1]

Характерные конструктивные элементы готического стиля(*рис.3.*):

- Стрельчатые арки
- Аркбутаны – открытые полуарки
- Столбы, служащие опорами для стрельчатых арок
- Контрфорсы
- Вимперги – резные фронтоны
- Пинакли – остроконечные ажурные башни
- Стрельчатые окна
- Высокие стены с имитацией колонн, подчеркивающих стремление вверх
- Многочисленные элементы декора
- Многоскатная, сложная и очень высокая крыша



Рис. 1



Рис. 2.

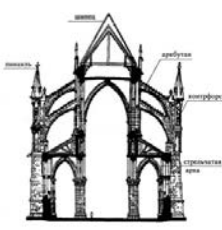


Рис. 3.

Рис. 1. Павильон Шпель

Рис. 2. Чесменская Церковь

Рис. 3. Основные элементы готического стиля

В ранней готике обычно мы еще наблюдаем цилиндрический свод, опирающийся на массивные стены, что приводило к уменьшению объема внутреннего пространства. Из-за этого было маленькое количество окон, которые к тому же были небольшого размера. Но когда появились конструкции в виде архбутован и контрфорсов, а также стрельчатые арки, соборы приобрели величественный вид, а внутреннее пространство наполненной светом, позволяло собирать на службу большое количество народа. На развитие готического стиля в архитектуре повлияла идея устремленности храма ввысь, которая внесла изменение вида основных конструкций, они становились все более вытянутыми. Такие характерные конструктивные элементы, как вертикальные выступы, резные фронтоны, остроконечные ажурные башни, а также стрельчатые окна и порталы подчеркивают основную идею этого стиля. В данном стиле практически отсутствуют внутренние стены, их заменяют колонны с арками, которые составляют протяженные галереи.

Фасады стали украшаться сложными орнаментами, а также многочисленными скульптурами. Данный стиль довольно драматичен и для усиления мистического и загадочного образа на стенах соборов мы видим, например, горгульи, злобно смотрящих с высоты, как будто созданные для устрашения прохожего.

В готическом стиле широко применялись комбинации из стекла и камня, поэтому можно увидеть многочисленные необыкновенные по красоте витражи, наполненные яркими красками. Вид шпилей, взлетающих ввысь, также демонстрирует стремление человека к небу и напоминает о духовной жизни.

В готическом стиле широко используются такие геометрические формы, как цилиндры, пирамиды, конусы, полусферы. Цилиндрические колонны служат для устойчивости здания также, как и многочисленные арки. В готическом стиле продумано абсолютно все, даже маленькие

стрельчатые окошки. Но используемые в конструкциях геометрические фигуры служат не только для прочности и устойчивости этих конструкций, но и для украшения сооружения. Например, аркбутаны – это висячие наклонные полуарки, которые служат не только для передачи нагрузки, но и для эстетического вида, придавая сооружению воздушность и изящество. С помощью разнообразных геометрических форм готический стиль приобретает неповторимую индивидуальность. Величие сооружений этого стиля оказывает большое воздействие на человека, его эмоциональное состояние. Из вышесказанного можно сделать вывод, что геометрия в архитектуре имеет большое значение.[5]

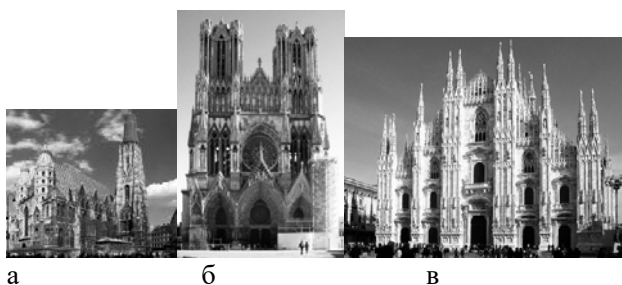


Рис. 4. Готические соборы:

- а) Собор Святого Стефана
- б) Реймский собор
- в) Миланский собор

Рациональность конструктивных решений, обеспечивающих эксплуатационную надежность и сохранность возводимых сооружений, изящество их архитектурных форм вызывают восхищение человечества и определяют незабываемый стиль многих городов Европы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борисова Е.А.* Русская архитектура в эпоху романтизма. СПб.: ГИИ, 1997. 320 с.
2. *Мезин С.А.* История русской культуры X – XVIII веков. 2-е изд. М.: ЦГО, 2003. 263 с.
3. *Тимофеева Ю. А.*, Происхождение готического стиля в России, 2017. 1с
4. *Смирнова А.С.*, Готический стиль в архитектуре и психология, 2014. 230 с.
5. *Виолле-ле-Дюк.*, Энциклопедия готической архитектуры, 2013. 437 с.

*Студентка 1 курса 18 группы ИСА Грачёва Д.А.
Научный руководитель – пр. Е.А.Гусарова*

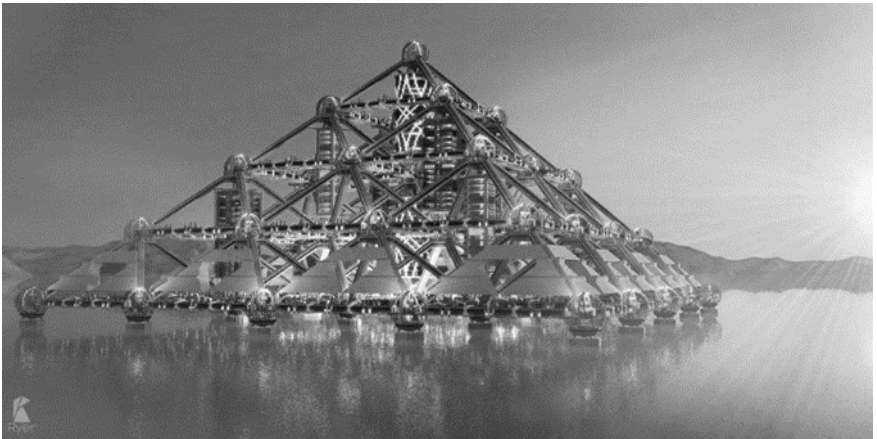
МЕГА - ГОРОД - ПИРАМИДА ШИМИЦУ

Уникальнейшей архитектурной задумкой нашего времени является городбудущего-пирамидаShimizuMega-City[1];[2]. Идея этого проекта появилась еще в 2004 году, но из-за множества технологических причин пока так и не была реализована. План конструкции был создан итальянским промышленным дизайнером и архитектором Данте Бини, являющимся главой корпорации Binisystems[3].

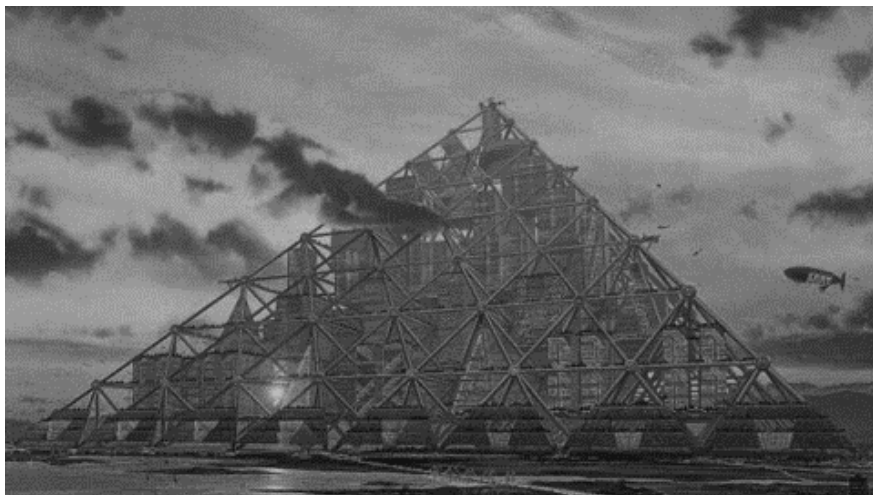
Согласно плану, строительство должно было начаться в 2030 году, однако никаких дальнейших действий предпринято не было.

Пирамида Хеопса в Египте в 14 раз меньше пирамиды будущего, а высота по разным данным составляет от 700 до 2004 метров! Но, если верить программе DiscoveryChannel,а она видимо правдивее все же 700 метров. В любом случае, ShimizuMega-City значительно превышает её[4].

Высота зависит и от вариации создания плана проекта, и от того, что пирамида будет фактически стоять на воде, то есть опираться на дно 36-ю длинными и очень массивными бетонными колоннами. Поэтому полная высота постройки будет гораздо больше, чем мы сможем ее увидеть.



Площадь пирамиды будут занимать жилые районы, развлекательные центры, офисы и остальная инфраструктура. Город будущего превзойдет обычный город по количеству мест из-за высоты зданий.



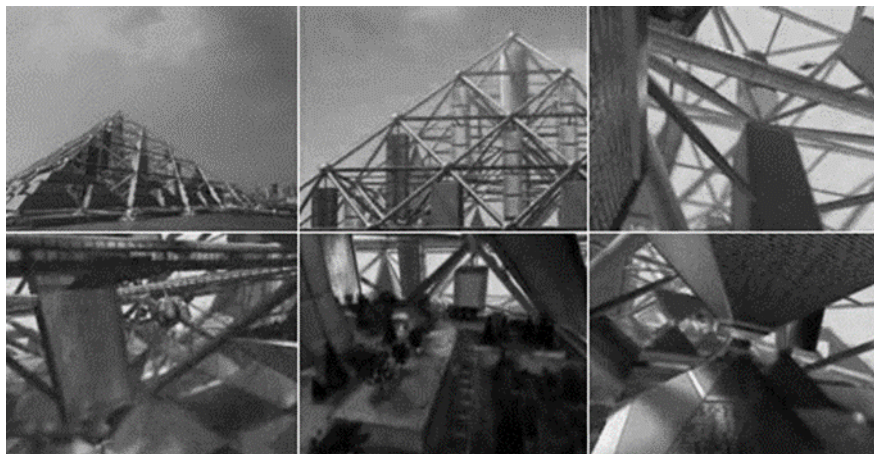
Если сооружение будет построено, то оно станет наикрупнейшей конструкцией земного шара.

По плану пешеходные зоны заменят огромными полами стержнями, которые будут соединяться в сферические узлы. В этих наклонных стержнях будут располагаться лифты и эскалаторы, а в горизонтальных бегущие дорожки. Функция узлов на этом не закончится, они будут являться посадочными станциями для внутреннего транспорта. Внутри города предполагаются многоэтажные сооружения, как привычного вида, так и пирамидообразные. Следовательно, основание пирамид будет надёжным и неподдающимся разрушительному действию природных катаклизмов...

Структура города будет представлена в виде 55 пирамид, которые имеют вид кристаллической решётки. Все они будут крепкой основой внутри которой даже смогут летать вертолеты. Японские инженеры предлагают использовать трубы из сверхлегкого, надёжного прочнейшего материала, изготавливаемого из углеродных нанотрубок.

Архитектор Данте Бини и его компания выдвинули свою идею для создания основы, то есть создание временных воздушных сфер которые будут удобны для опор для монтируемых гигантских труб.

В данном случае инженеры предлагают сначала возвести каркас-решетчатую пирамиду, а потом внутри собирать отдельные многоэтажные здания города[5].



Этот проект может воплотиться в жизнь при условии, что материалы, которые будут прочными и легкими. Ведь город-пирамида настолько велик, что его нельзя было бы построить из обычных современных материалов, в силу веса.

Shimizu все еще полон решимости завершить проект к 2110 году, превратив его в историю как крупнейшее рукотворное сооружение в истории Земли[6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ОТ СИНГАПУРА ДО МОСКВЫ. РАЗМЫШЛЕНИЯ О МЕГА-ГОРОДАХ Экология и жизнь. 2012. № 5. С. 61-68.
2. "СЕТЕВЫЕ МЕГА-ГОРОДА" БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ
3. Яницкий О.Н. Сборник: Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник Ответственный редактор В.И. Герасимов. 2018. С. 688-693.
4. ОТ СИНГАПУРА ДО МОСКВЫ. РАЗМЫШЛЕНИЯ О МЕГА-ГОРОДАХ Экология и жизнь. 2012. № 5. С. 61-68.
5. 5.ЯПОНИЯ СЕГОДНЯ Горохов С.А. География в школе. 2007. № 2. С. 28-37.
6. "СЕТЕВЫЕ МЕГА-ГОРОДА" БОЛЬШОЙ ЕВРАЗИИ Яницкий О.Н.В сборник: Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. Ежегодник Ответственный редактор В.И. Герасимов. 2018. С. 688-693.

КРИВЫЕ В ПРИРОДОИНТЕГРИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЕ

В статье рассматривается необычная форма современной архитектуры с интеграцией в природную среду на примере конкретного сооружения. Переход от прямоугольной индустриальной застройки к округлым формам четко виден в конце 1990-х и начала 2000-х годов. Появляются проекты жилых комплексов и офисных центров с внутренним двором, переменной этажности и в том числе округлой формы. Ярким adeptом подобных сооружений является жилой комплекс на Карамышевской набережной города Москвы, построенный в 2005 году. Именно этот неординарный комплекс и рассматривается в статье с точки зрения применения кривых для создания нестандартной формы.

Природоинтегрированная архитектура связана в первую очередь с единством природы и городской среды, что достигается благодаря геометрии и изменямости форм [1]. Подобного рода сооружения отличаются практически полным или частичным отсутствием прямоугольных форм и острых углов. Использование при проектировании и строительстве сооружений, описываемых кривыми, позволяет создавать объекты необычной формы, поражающие необычностью, красотой, разнообразием и новизной.

Природа для людей являлась не просто культурной ценностью, но и источником идей, биологическим и пространственным ресурсом. Обращаясь к более ранним трудам человека, то архитектура Древнего Рима будет ярким примером того, как необычные композиционные формы зданий и инженерные сооружения находятся в гармонии с городской, окружающей средой и пейзажем. Вспоминая Э. Говарда и его теорию «городсад» можно увидеть направление архитектурных сооружений на интеграцию с естественным ландшафтом.

Современные строительные комплексы часто отмечены усложненным планировочным анализом архитекторами (например, компьютерное моделирование формы объекта) для оптимального размещения заданных функций в сооружение. Внимание к благоустройству пространств, которые окружают проектируемые строения; оптимальное использование ресурсов города; сохранение или интеграция в пейзаж; эксперименты с плавными линиями – все это является главным фактором обеспечения устойчивого развития территорий и делая современный город дружелюбным (градостроительная концепция «Новый Урбанизм»). [2].

Непростая овальная форма жилого комплекса выбрана не только на основе факторов выше, но и из-за местности (рис. 1.). Криволинейность по вертикали продиктована требованиями снижения этажности в сторону берега Москва-реки [3].



Рис. 1. Вид на сооружение для подчеркивания переменной этажности

При детальном взгляде, целиком жилой комплекс напоминает эллипсовидную овальную кривую (рис. 2.), замкнутую кривую с одной осью симметрии (Овоид или треугольник Рело), полученный путем построения коробочной кривой из большой полуокружности и трех других окружностей (сопрягающая дуга касается заданных окружностей внешней стороной).

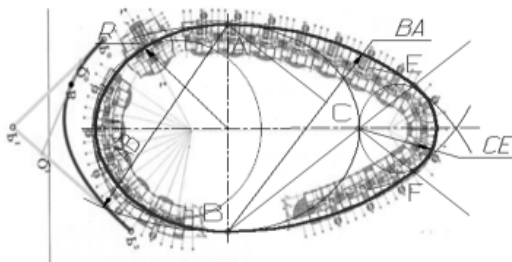


Рис. 2. Построение эллипсовидной овальной формы на плане 3-го этажа

Однако сооружение отличается вытянутой гладкой формой. При моделировании в среде компьютерной графики (построении опорных точек по правому краю от башни к краю комплекса), можно применить

кривую Безье, для описывания эллипсовидной формы сооружения (чтобы увидеть плавные кривые и изгибы комплекса) [4].

С целью увеличения масштаба внешних фасадов, перепады этажности соединены кривой глухого парапета переменной высоты.

А вот на дворовых, внутренних фасадах, перепады высоты акцентированы террасами на крыше комплекса. Данный прием придает внутреннему двору эллипсовидной формы комфортный и приятный для глаза характер, при условии, что двор больших размеров (рис. 3.).



Рис. 3. Вид со спутника на двор

Круглая башня является изюминкой устойчивого развития сооружения и сглаживает незавершенность геометрической формы [5].

На примере этого сооружения видно, как российская архитектура имеет явные успехи мирового уровня в области природоинтегрированной архитектуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логвинов В.Н. Природа и архитектура: путь интеграции. Памяти И.З. Чернявского. – М., 2019. – 2018 с., ил.
2. Douglas Farr Sustainable Urbanism: Urban Design With Nature. ISBN-13: 978-0471777519. Wiley, 1 edition, - 2007 г.
3. Логвинов В.Н. Жилой дом и административно-деловой центр на Карамышевской набережной. Специальный выпуск журнала «Технология строительства» КАЧЕСТВЕННАЯ АРХИТЕКТУРА, 2007 г.
4. Малозёмов В.С. Составные кривые и поверхности Безье: Аналитический подход (Russian Edition). ISBN-13: 978-3843303231. LAPLAMBERT Academic Publishing. – 2010 г.
5. ReidEwing, KeithBartholomew Growing Cooler: The Evidence on Urban Development and Climate Change. ISBN-13: 978-0874200829. Urban-LandInstitute – 2008 г.

Студент 1 курса 18 группы ИСА Князькин М.О.
Научный руководитель – пр. Е.А. Гусарова

ИНТЕРЕСНАЯ ГЕОМЕТРИЯ АРХИТЕКТУРЫ ЭНТОНИ
ГИББОНА
ДОМ *ORKA*, ДОМ *EMBRYO*, ДОМ *ROOST*

Британский архитектор-новатор создаёт необычные по конструкции дома, принципы которых основываются на биомимикрии [1], экологичности и геометрических формах[2];[3]. Рассмотрим некоторые из них с точки зрения геометрических форм [5].



а) Дом *Orka*

Дом *Orka* на первый взгляд похож на типи – конусообразное строение. В отличие от типи у дома *orka* есть смотровая площадка, к которой ведет спиралеобразная лестница. Дом состоит из балок, которые соединены таким образом, что углы в конструкции отсутствуют.

Он имеет изогнутую форму и ромбообразные узоры по всей окружности. Дом *orka* составляет три этажа, в котором могут проживать с комфортом 5 человек.



Б) Дом *Embryo*

Дом *Embryo* – дом-эмбрион или дом-осиное гнездо. Проект расположен на дереве. Он включает в себя приемы архитектора: биомимикрию и геометрическую форму[4]. Дом *Embryo* совершенно не вредит дереву, на котором располагается. Также не мешает росту дерева. Легко понять какая геометрическая форма у дома – цилиндр. В некоторых местах на цилиндре имеются выпуклости разных размеров и форм (в основном прямоугольные и квадратные) – это окна. Попасть в дом можно через люк. С первого этажа дома на второй можно подняться по лестнице, которая располагается на внутренних стенках цилиндра, что значительно экономит пространство. Дом *Embryo* рассчитан на четырёх человек[6].



В) Дом *Roost*

Дом *Roost* включает в себя три капсулы, которые располагаются на разных деревьях. Перейти с одной капсулы на другую можно через смотровую площадку. Дом *Roost* похож на два других проекта архитектора: дом *Orka* и дом *Embryo*. С домом *Orka*их объединяет наличие смотровой площадки. Дом *Roost* располагается на дереве и напоминает гнездо, как и дом *Embryo*. Подняться в дом можно по винтовой лестнице. Такой дом рассчитан на 2 человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК:

1. Интернет ресурс:<http://www.berlogos.ru>
2. БИОМИМИКРИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ
3. Ракипова Е.Р., Каганович Н.Н. Сборник: Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Данилова Н. И. (1945–2015) – Даниловских чтений. Министерство образования и науки Российской Федерации, 3 Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. 2017. С. 897-902.
4. БИОМИМИКРИЯ КАК НОВЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ Анисимова Н.В., Фёдоров О.П. В сборнике: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ материалы 70-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. 2017. С. 135-139.
5. БИОМИМИКРИЯ КАК КЛЮЧЕВОЙ ПОДХОД В АРХИТЕКТУРЕ Любин Н.С. Центральный научный вестник. 2019. Т. 4. № 19-21 (84-86). С. 12-13.
6. ОТОВСЮДУ ОБО ВСЕМ Экология и жизнь. 2010. № 7. С. 63.
7. КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ АРХИТЕКТУРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА Цитман Т.О., Прошунина К.А. Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. № 4 (30). С. 59-66.

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ AUTOCAD ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Среди стандартных криволинейных примитивов системы AUTOCAD имеются окружность, дуга, эллипс, имеющие широкое распространение в чертежах, но отсутствуют такие кривые второго порядка как парабола и гипербола. Мы постарались дополнить возможности системы построением гиперболы. Формулы для построения гиперболы приводятся в справочниках по высшей математике [1,2]. Гипербола задаётся уравнением второй степени в декартовых координатах (x, y) на плоскости:

$$A_{xx}x^2 + 2A_{xy}xy + A_{yy}y^2 + 2B_x x + 2B_y y + C = 0$$

Гиперболу можно получить также и как коническое сечение. Вычерчиванию гиперболы, эллипса и параболы на компьютере посвящено много статей, например, [3].

Гипербола встречается во многих архитектурных постройках. В виде гиперболического купола выполнена крыша московского планетария. Очерк этого купола не вполне точно описывается гиперболой, но с достаточной степенью приближения можно считать, что гипербола является образующей этого тела вращения.



Рис. 1. Купол московского планетария.

Известная башня Шухова на Шаболовке выполнена из секций однополостного гиперболоида. Многие аналогичные конструкции потом использовали этот же принцип. Секции однополостного гиперболоида обеспечивают жесткость каркаса при экономии материала.



Рис. 2. Телебашня на Шаболовке и телебашня в Сиднее.

Изначально планировалось, что башня из девяти гиперболических секций будет иметь высоту 350 метров и весить при этом 7300 тонн. Однако в условиях нехватки ресурсов проект пересмотрели: высота была уменьшена до 148,5 метра, а масса изменилась с 2200 тонн до 240 тонн.

Один из примеров появления гиперболы в технике - определение зоны слышимости пролетающего самолета. Если самолет пролетает со сверхзвуковой скоростью, то зона слышимости в воздухе образует конус. Поверхность земли можно в этом случае считать плоскостью, которая пересекает этот конус, и в результате получаем гиперболу.



Рис. 3. Зона слышимости звука пролетающего самолета.

Известно, что гипербола обладает таким «отражательным» оптическим свойством: луч, исходящий из источника света, находящегося в фокусе F_1 первой ветви гиперболы, после отражения от второй ветви гиперболы направлен так, как будто он исходит из фокуса F_2 второй ветви гиперболы — см. рис 4.

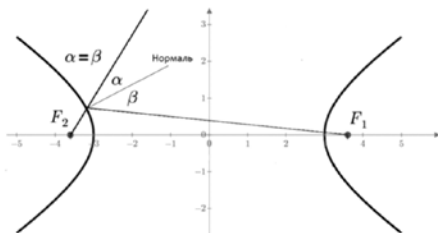


Рис. 4. Отражательное свойство гиперболы.

Построение гиперболы в AutoCAD'е.

Рассмотрим более подробно реализацию функции рисования гиперболы. Система AutoCAD позволяет не только выполнять чертежа, но и программировать, причем на нескольких языках [4, 5]. В нашей задаче можно выделить интерфейсную часть - создание кнопки, помещенную в пиктографическое меню, и программную реализацию алгоритма рисования гиперболы. Интерфейсную часть мы запрограммировали на языке макрокоманд, а реализацию алгоритма рисования гиперболы - на языке AutoLisp.

Для того, чтобы построить гиперболу в AutoCAD, воспользуемся кнопкой, которую специально запрограммируем под построение гиперболы. Вначале пишется программа на языке Autolisp. После чего создаётся кнопка под эту программу.

Гипербола будет чертиться с помощью команды "Полилиния", и всегда ориентирована вертикально (т.е. ее действительная ось совпадает с осью OY). После нажатия на кнопку программа будет спрашивать у нас два параметра. Первый параметр - это точка, через которую должна пройти асимптота, проходящая также и через начало координат. Второй параметр это тоже точка, определяющая вершину гиперболы. Этих двух точек достаточно для построения половины одной из ветвей гиперболы. Поскольку кривая имеет две оси симметрии, то вторая половина ветви может быть построена после выполнения команды "отзеркалить". Нижняя ветвь получается зеркальным отражением верхней ветви относительно горизонтальной оси (OX).

Нужно решить, сколько промежуточных точек использовать при построении. Чем больше этих точек, тем точнее построение. Но слишком большое количество точек тоже не лучший вариант, потому что возрастает время отрисовки кривой. Поэтому мы ограничились десятью точками, при этом получается вполне приемлемая точность.

В результате построенная гипербола будет состоять из четырех полилиний, которые можно объединить в блок, и затем использовать как единый объект, и подвергать всевозможным модификациям (растяжение, сжатие, поворот, масштабирование).

В заключении можно сделать вывод, что систему AutoCAD легко можно приспособить под конкретные нужды пользователя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1) Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров, 1974.
- 2) Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике, Москва, «Астрель», 2006, с.70-74
- 3) Короткий В.А., Усманова Е.А. Кривые второго порядка на экране компьютера, "Геометрия и графика", том 6, выпуск 2, 2018, с. 101-111.
- 4) Николай Полешук. "AutoCAD 2004. Разработка приложений и адаптация", БХВ-Петербург, С-Петербург, 2004, с 245-258.
- 5) Свет В.Л. AutoCAD: язык макрокоманд и создание кнопок. - СПб.: БХВ-Петербург, 2004. - 320 с.: ил.

Студентка 1 курса 2 группы ИСА Куликова Н.А.
Научный руководитель – ст. пр. Т.В. Митина

АСИММЕТРИЯ КАК ПАРАДОКС ЯПОНСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Недавно, в марте 2019 года, прошла строительно-интерьерная выставка *BATIMAT RUSSIA*, а вместе с тем и конференция, посвященная десяти неизвестным принципам архитектуры Японии. Мне больше всего понравился пиджак архитектора Юсуке Такахаси (*Yusuke Takahashi*).

Одна сторона короче, другая длиннее, челка архитектора перекинута в противовес длинной части, что, вопреки всему, удивительным образом создает гармонию и асимметрию.

Откуда у японцев эта любовь к асимметрии? Если с одеждой все более ли менее ясно (известно, что японцы большие модники), то с архитектурой все не так очевидно. В этой статье я предлагаю объяснение сложившейся культурной традиции и философии.

Асимметрия в японской архитектуре и культуре в целом это, если можно так сказать, осознанный выбор и мировоззрение многих поколений японцев.

Почему японской архитектуре характерна асимметрия? На этот вопрос отвечает возникшая в середине VI века философия буддизма.

Важно отметить, что до появления буддизма, пришедшего из корейского государства Пэкче, традиционной японской архитектуры не существовало как таковой; японцы лишь копировали китайские образцы храмов, но с чуть меньшей роскошью. Именно буддизм оказал сильное влияние на культуру того периода.

Теория возникновения асимметрии в архитектуре Японии заключается в том, что вся культура формируется под воздействием философии дзэн-буддизма.

Дзэн - это одна из самых внушительных и общеизвестных школ буддизма в Японии, Корее и многих других странах Азии. Слово «дзэн» означает глубокую концентрацию, созерцание, а также отчужденность или отпущение.



Рис. 1. Конференция *BATIMAT RUSSIA*

Учение школы дзен сообщило японскому искусству такие черты, как: асимметрия, отсутствие равновесия, сдержанность, ваби и саби, простота и одиночество. Такие идеи образуют самую запоминающуюся особенность японской архитектуры. Интересно заметить, что конференция затрагивает темы именно дзен-буддизма и «неизвестные» принципы архитектуры, происходящие из этой философии.

Уже в 1964 архитектор Кэндзо Танге построил знаменитый Олимпийский центр в Токио, следуя философии дзен-буддизма. Архитектор видел здание как единое целое, самостоятельный организм, кости которого должны были стать крупными и прочными, а тело не могло быть симметричным, как и у любого живого существа. Работы архитектора – огромные, мощные из-за повышенной сейсмической активности здания, все геометрические формы в которых существуют по



Рис. 2. Олимпийский центр в Токио

единому закону асимметрии. Комплекс является гибридом традиционной японской архитектуры и западного модерна, поэтому составляет с окружающей средой единое целое, не выделяясь на фоне богатым декором.

Однако наиболее ярким примером асимметрии в японской архитектуре является здание штаб-квартиры *Fuji TV* на острове Одайба.

В 1997 году Кэндзо Танге возвел здание крупной радиовещательной компании. Внимание сразу привлекает огромный шар, кото-



Рис. 3. здание штаб-квартиры *Fuji TV* на острове Одайба.

рый достигает в диаметре тридцати двух метров. При взгляде на него мы представляем, будто бы космический корабль будущего, пролетая над Землей, врезается прямо в офис «Фудзи-ТВ», застревая там навсегда. Кэндзо Танге работал в стиле хай-тек, в котором ясно виден интернациональный стиль, требующий использования четких геометрических фигуры отказа от культурных особенностей.

На мой взгляд, именно здание «Фудзи-ТВ» представляет собой «апогей японской архитектуры», в котором соединяются философия буддизма, влияние Западной культуры и применение новых материалов. Философия дзэн-буддизма привносит в здание асимметрию, культура Запада - четкие линии, а использование новых материалов позволило воплотить проект в действительность.

Отвечая на вопрос «почему японской архитектуре характерна асимметрия?» мы обращаемся к философии японцев, которая не утратила своей актуальности и по сей день.

Сознание японцев, в отличие от нашего сознания, привыкло сосредотачиваться скорее на единственном, частном, чем воспринимать общее, именно поэтому японская архитектура кажется нам странной и загадочной.

Возможно, именно поэтому черный пиджак архитектора Юсуке Такахаши производит на такое впечатление? Ведь он и есть воплощение дзэн – буддизма с характерной ему аскетичностью и асимметрией. Мы воспринимаем вещи иначе, чем японцы, поэтому кто-то назовет образ архитектора нелепицей или ошибкой портного, но настоящий японец увидит в нем красоту идеальной асимметрии и философию вабисаби.

А возможно нет, и пиджак - всего лишь пиджак.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сытникова В. М.* Философия пустоты в японской архитектуре [Электронный ресурс]
2. *Халтаева О.Р.* Буддизм и конфуцианство в политической практике танского Китая – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос. ун-та, 2015. – 144 с
3. *Алейникова А.* Идеальная асимметрия как парадокс японской архитектуры [Электронный ресурс]
4. *Янгутов Л. Е.* Китайский буддизм: тексты, исследования, словарь. – Улан-Удэ: Изд-во Бурятского гос.ун-та, 1998. – 160 с
5. *Поморов С.Б.* Терминология нелинейной архитектуры и аспекты ее применения– Ирак: Изд-во «Вестник ТГАСУ», 2014. – 78с

АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНЫХ СТИЛЕЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГЕОМЕТРИИ

Как говорил знаменитый Ле Корбюзье: "Все вокруг-геометрия!" Действительно, все в мире можно описать с помощью законов математики и геометрии.

Романская архитектура носила оборонительный характер, поэтому здания возводились величественные и неприступные. Форма следует за функцией, и архитектура имела простую геометрию, так как главной целью было не изящество [2]. Чтобы здания были максимально устойчивыми и крепкими – помещения строились простой формы, планировка была прямоугольная, квадратная, в основании башен-окружность. Здания приземленные, невысокие, так как стены возводились мощные и толстые. Обычно, здания строились на вершине холма или были окружены водой. Ярким примером здания, построенного в романском стиле является Bodiamcastleв Англии(рис.1). Декорирования в романском стиле как такового и не было, но окна и арки в зданиях делались все же не самой простой формы, полуциркульные. Такая форма объясняется тем, что арочные конструкции должны были быть мощными, и удерживать большой вес и давление.

Готическая архитектура, появившаяся после романской, отличалась от нее не только своим внешним обликом, но и структурой, а также идеей, которую несла в себе. Готические постройки были более изящными, устремленными к небу [3]. Высота готических зданий сильно выделяла их на фоне других построек. Такая высота символизировала единение человека с небом, а также нечто мистическое, сакральное. Это является одной из причин того, что здания спроектированы с помощью пропорциональных треугольников, тянущихся своим вершинами к небу (рис 2.) Треугольник символизирует взаимодействие между небом и землей. Такая высота зданий достигалась с помощью каркасной системы. Внутренний каркас состоит из высоких стрельчатых арок с заостренным концом, которые пришли на смену полуциркульным. Они выглядят более изящно и слож-



Рис. 1 Bodiamcastle в Англии



Рис. 2 Duomodimilano

но. Декорирование в готическом стиле довольно сложное, окна и стрельчатые арки построены по принципу треугольника Рёло-пересечение трех окружностей (рис.3). Готические соборы украшались лепниной, скульптурами. Так как изменение в структуре зданий позволило увеличить оконные проемы и увеличить высоту-архитектуру стали украшать витражами.

лассицизм возрождал идеи античности, пропорции золотого сечения, по которым строили древнегреческие храмы(рис.4). Считалось, что все в классицизме должно быть построено по строгим канонам, должна просматриваться логичность и простота мироздания. Классицизм считал человека главной единицей всего и освобождал его от религиозно-церковного влияния, в отличие от готики. Здания в этом стиле невысокие, приземленные, геометричные, в основе планировки и декоративных элементов лежат квадрат, прямоугольник, крыши плоские, двускатные в форме треугольника. Часто присутствуют горизонтальные членения и ритмический ряд колоннады, состоящей из цилиндров. Декорирование не отличалось изяществом, окна и двери простой монументальной формы-прямоугольные или полуциркульные. Важной особенностью классицизма является то, что это полностью симметричный стиль, в то время как асимметрия в других стилях считалась признаком красоты.

Модерн ознаменовал отказ от строгих геометрических форм в пользу плавных линий, в которых угадываются природные мотивы, но кривые, плавные и изогнутые линии, эллипсы, дуги-тоже геометрия. Круглые окна (рис.5), сплошное остекление-модерн.

После модерна в архитектуре преобладал конструктивизм. Конструктивизм-это применение геометрических и математических принципов во всех сферах жизни. Этот стиль характеризуется четкостью, лаконичностью и монолитностью форм. Знаменитый архитектор Ле Корбюзье изобрел шкалу Модулора, основанную на пропорциях золотого сечения и ряде Фибоначчи. Эта закономерность по-

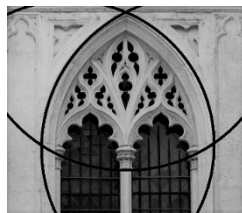


Рис. 3 Окно в готическом стиле



Рис.4 Золотое сечение. Парфенон.



Рис.5 Окно в стиле модерн

ложена в основу всех зданий, спроектированных архитектором и не только его проектов.

Ярким примером конструктивизма является дом культуры имени Зуева в Москве (рис.6). Авторская задумка архитектора очень интересна, здание состоит из геометрических фигур – цилиндра и параллелепипеда, которые «врезаются» друг в друга, образуя монолитную, но в то же время динамичную конструкцию.

Стиль современной архитектуры выделяется своей необычностью, нестандартностью, повторением природных форм и изгибов. Пространство в современных зданиях организуется необычно, в форме различных тел, например, в форме шара, яйца или вовсе бесформенным[1]. Примером необычной архитектуры может являться дом-корзина в США(рис.7). Это офисное здание полностью копирует одну из офисных марок своего владельца. Строение расширяется кверху, в отличие от остальных зданий. Пространство внутри здания позволило разместить около пяти-сот офисов.

Таким образом, на любой архитектурный стиль можно взглянуть с точки зрения геометрии и законов математики, интересно проанализировать любой вид архитектуры и найти закономерности, пропорции, геометрические формы и фигуры. Можно сделать вывод, что все в нашем мире подвластно математическим и геометрическим законам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Блохина И. В.* Всемирная история архитектуры и стилей. М.: АСТ, 2016. 256 с.
2. *Гутнов А.Э., Глазычев В.Л.* Мир архитектуры: Лицо города. – М.: Мол.гвардия, 1990. – 350 с., ил.
3. *Гутнов А.Э.* Мир архитектуры: Язык архитектуры. - М.: Мол. Гвардия, 1985. – 351 с.
4. *Коллин Эллард* Среда обитания. Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие. – М.: Альпина Паблишер, 2016. - 248с.
5. *Я. Станькова, И.Пехар* Тысячелетнее развитие архитектуры / Перевод с чешского В.К. Иванова; Под ред. В.Л. Глазычева. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 296 с., ил.



Рис.6 Дом культуры имени Зуева в Москве.



Рис.7 Здание-корзина. США.

Студентка 1 курса 61 группы ИСА Лопухова А.А.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, доц. Т.М. Кондратьева

О ВКЛАДЕ ВЕЛИКИХ ГЕОМЕТРОВ В РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ МНОГОГРАННИКОВ

В XX веке среди математиков заметно возрастает интерес к многогранникам [1]. Макс Брюкнер (1860—1934 гг.) в 1900 году создал рисунки и фотографии своей коллекции из 146 бумажных моделей многогранников. ДанканСоммервилль (1879—1934 гг.) рассматривал псевдоромб-кубооктаэдр, а Эрнст Стейниц (1871—1928гг.) изучал многогранники, используя комбинаторный анализ.

Известный учёный-математик Давид Гильберт (1862—1943 гг.) во время своего выступления в Париже в начале XX века выделил среди 23-х математических проблем задачи о многогранниках. Он задался вопросом: возможно ли разбить многогранники, одинаковые по объёму, на какое-либо конечное число частей равных между собой? Макс Ден, ученик Гильберта, пришёл к выводу, что сделать это нельзя. Гарольд Скотт Макдональд Коксетер (1907—2003 гг.) внедрил новые термины, понятия

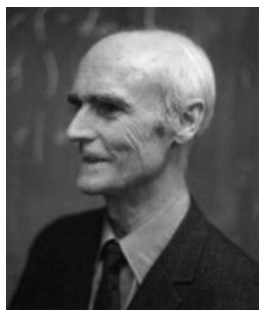


Рис. 1. Гарольд Скотт Макдональд Коксетер

и многомерные расширения многогранников, что сделало его одним из выдающихся математиков, специализирующихся на теории политопов. В 1938 году Коксетер в полном объеме описал 59 икосаэдров, рассмотрев все возможные варианты построения звездчатых многогранников и обратные им. Математик занимался рассмотрением графов и сделал ряд открытий в этой области, одним из которых является граф Коксетера — 3-регулярный граф с 28 вершинами и 42 рёбрами. Все кубические дистанционно-регулярные графы известны, граф Коксетера (рис. 2, а) — один из 13-ти таких графов; граф Татта -Коксетера (также 8-клетка Татта) (рис. 2, б) — 3-регулярный граф с 30 вершинами и 45 рёбрами. Единственный наименьший кубический граф, с обхватом 8, является клеткой и графом Мура. Также была сформирована группа Коксетера — группа, порождённая отражениями в гранях n-мерного многогранника, у которого каждый двугранный угол составляет целую часть от π (то есть равен π/k для некоторого целого k). Эти многогранники получили название «многогранники Коксетера».

Джеймс Бридж обнаружил ещё один способ построения в 1974 году: он вместе с Джеффри Миллером выявил 12 новых однородных многогранников. Очень интересным стало открытие Виктором Шлегелем

(1843—1905 гг.) новой проекции, в которой многогранникам соответствовали плоские диаграммы, позволяющие упростить изучение этих тел в рамках топологии. Джордж Данциг в 1947 году внес вклад в разработку представлений многогранников с помощью графов, создав так называемый симплексный алгоритм. Полную классификацию 92 выпуклых неоднородных многогранников с правильными гранями составил Норман Джонсон в 1966 году, а Виктор Залгаллер в 1969 году показал, что этот список является полным и окончательным.

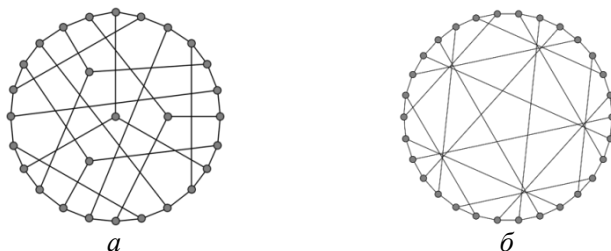


Рис. 2. Графы: а) Граф Коксетера, б) Граф Татта -Коксетера

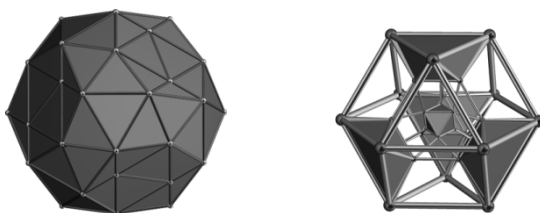


Рис. 3. Многогранники Коксетера



Рис. 4. Ричард Бакминстер-Фуллер



Рис. 5. Монреальская Биосфера (бывший Павильон США на Экспо-67)

Бридж в 1974 году перечислил множество новых многогранников, связанных с додекаэдром, а в 1978 году Роберт Коннелли внес очень важный вклад в построение и изучение гибких многогранных фигур. Благодаря исследованиям, проведённым этими учеными, XX век отличался неугасаемым среди математиков интересом к многогранникам.

Открытия Ричарда Бакминстера Фуллера (рис. 4), наряду с произведениями искусства и архитектуры, подтверждают интерес к многогранникам деятелей искусства.

С 1947 года Фуллер вел активную деятельность по созданию пространственной конструкции «геодезического купола». Геодезический купол - полусфера, собранная из тетраэдров (рис. 5). Данная разработка принесла Фуллеру мировую известность. В Москве для Американской национальной выставки был построен «золотой купол (1959), а немногим позже — павильон США на Всемирной выставке в Монреале (1967).

Компьютерная графика открыла новые пути для изучения многогранников в эпоху информационных технологий [2-5]. Многогранники, в силу геометрической простоты, отлично используются для проведения тестов новых программ, работающих с пространственной графикой, которая используется в различных сферах деятельности таких, как архитектура, строительство и проектирование, стоматология, создание мобильных и компьютерных игр.

Изучение многогранников всегда входило в школьную программу. В настоящее время они изучаются не только в курсе геометрии, но и на занятиях, посвященных изобразительному искусству, так как являются простыми пространственными фигурами, идеально подходящими для моделирования. На уроках математики ученики моделируют многогранники из бумаги, что способствует развитию их мелкой моторики и технических способностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мир математики: в 40 т. Том 23: *Клауди Альсина*. Тысяча граней геометрической красоты. Многогранники. / - М.: ДеАгостини, 2014. – 144 с.
2. Иващенко А.В., Кондратьева Т.М. Методика формообразования на основе проективнографических чертежей многогранников общего вида // В сборнике Инфорно 2018 Материалы IV Международной научно-практической конференции. 2018. С 120-123.
3. Ivashcenco A., Kondratyeva T., Kaurkin V., Polyakov O. Formation of structures obtained on basis of polyhedra of general form. Сборник: 2018th International Conference on Information Technologies in Engineering Education, Inforino. 2018. С. 8581768.
4. Иващенко А.В., Кондратьева Т.М. О гармонизации многогранных структур, основанных на проективнографических чертежах, в архитектуре и дизайне // Инновации и инвестиции. 2018. № 7. С 165-170.
5. Иващенко А.В., Кондратьева Т.М. Использование проективных конфигураций на проективнографических чертежах для совершенствования метода формообразования многогранных структур // Инновации и инвестиции. 2018. №12. С 243-246.

Студент 1 курса 4 группы ИГЭС Луной Д. Д.

Научный руководитель – преп. А.В. Стенура

АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ НЕРЕАЛИЗОВАННЫХ ПРОЕКТОВ СССР.

Архитектурные формы советских строений характеризуются монументальностью, идейной наполненностью. Они призваны прославлять строй социализма и вдохновлять на трудовые свершения простого человека. Основным назначением и структурообразующим принципом общественных сооружений было: дворцы для народа (Дворец Пионеров, Дворец Съездов, Дворец Культуры и пр.) [1].

На заре Советской эпохи в 20-е годы XX в., полные надежд и мечтаний, восхищенные авангардом художники и архитекторы формируют новый стиль – конструктивизм. Для этого стиля характерны четкость и строгость линий, монолитность внешнего облика зданий. Главенствующая роль отводится конструктивной основе здания: железобетонному или металлическому каркасу.

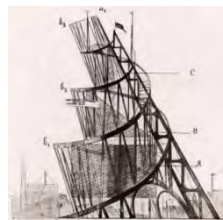
Утопическим, грандиозным, и намного опередившим свое время символом конструктивизма является Башня Татлина.

Макет сооружения был представлен на VIII съезде Советов в 1920г. Конструктивная схема строения представляет собой наклонный геликоид (поверхность с плоскостью параллелизма, обе направляющие являются винтовыми линиями-цилиндроид).

Конструкция башни: двойная спираль и наклонная мачта. Проектная высота башни - 400 метров, угол наклона мачты от вертикали составлял $23,5^\circ$. Планируемые материалы — стекло и сталь.

Новаторство и неординарность башни, помимо винтовой наружной поверхности, заключалось в необычном устройстве внутреннего ядра, состоящего из трех, расположенных одно над другим, изолированных и вращающихся вокруг своей оси объемов различной геометрической формы. Механизмы вращения и двигатели были специально разработаны для Башни Татлина. Нижнее здание имело кубическую форму и должно было совершать один оборот в год; здание второго яруса должно было иметь форму пирамиды и вращаться со скоростью один оборот в месяц; цилиндрическое здание третьего яруса совершало бы полный оборот за день; четвертый верхний объем – полусфера, вращалось бы со скоростью один оборот за день [2].

Проект башни наполнен символизмом: угол в $23,5^\circ$ соответствует углу наклона Земной оси. Вращающиеся элементы здания соотносятся с периодом обращения Земли. Высота башни в 400 м кратна длине земного экватора. Как идейное воплощение новой эпохи, башня должна была стать мостом в новое время, образом мирового древа и опорой мироздания, а также антиподом



*Рис. 1 Эскиз Башни
Татлина.*

Вавилонской башни, призванным объединить человечество и вести к победе мирового пролетариата.

На многих международных выставках проект и макет башни вызвали огромный интерес. Модель Башни автор не сопровождал ни одним чертежом., форма была словно выращена по наитию. Впрочем, существует рисунок башни в виде эскизов двух фасадов, которые Таглин неоднократно экспонировал на выставках вместе с моделью башни. Они были опубликованы и в брошюре Николая Пунина, ставшей своеобразным манифестом этого грандиозного проекта. Идеи, положенные в основу конструктивной схемы, технические приемы, реализуемые при создании башни, на много десятилетий опередили свое время, а вращающиеся части здания стали фантастической мечтой для архитекторов. Эту мечту смогли воплотить в жизнь спустя 80 лет - в проекте дома *SuiteVollard* в Куритибе (Бразилия), а также, спустя 90 лет - во вращающемся небоскребе *DynamicTower* в Дубае.

На смену конструктивизму и рационализму пришла эпоха Сталинского классицизма или «советского ар-деко». Этот стиль занимал главенствующие позиции с середины 30-х годов до середины 50-х XX века. Архитектурные сооружения были призваны внушать восхищение государственным строем, чувство уверенности, оптимизма, веру в идеалы коммунизма и победу мирового пролетариата. [4] С целью реализации этого масштабного проекта были запроектированы 9 высотных зданий в Москве, не имеющих аналогов в мире. Построено было только семь.

Кульминацией замысла и архитектурной доминантой столицы призван был стать грандиозный Дворец Советов. В результате нескольких Всесоюзных и Международных конкурсов, утвержден скомпилированный проект Бориса Иофана, Владимира Щуко и Владимира Гельфриха. Это здание должно было стать высочайшим из существующих на тот момент, опередив ЭмпайерСтейтБилдинг (381м). Высота Дворца советов, по требованию комиссии, должна была составлять 415 м, четверть которой занимала бы гигантская скульптура В.И. Ленина. Фундамент основания только центральной башни должен был состоять из двух бетонных колец диаметром 140 и 160 м и высотой в 21 м. На кольцах планировалось установить 64 стальные колонны, которые образовывали каркас сооружения и могли выдерживать нагрузку около 12 тыс. тонн. Архитектурные формы проекта – это пять цилиндрических ярусов, поддерживаемых пилонами, размещавшимися у основания каждого яруса. А само сооружение должно было стать гигантским пьедесталом для памятника вождю мирового пролетариата [3].

По замыслу проектировщиков, Дворец Советов представлял собой новый тип сооружения, в котором архитектура и скульптура составляли бы «неразрывное целое, единый идейно насыщенный художественный образ».

Со смертью И.В. Сталина и приходом к власти Н.С. Хрущева круто

меняется курс развития архитектуры СССР. На Всесоюзном съезде ЦК КПСС СССР 4 ноября 1955г. было принято постановление «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве», которое и завершило эпоху сталинского монументального классицизма. Страна остро нуждалась в быстровозводимых типовых проектах. Поэтому все силы архитекторов, проектировщиков и строителей были направлены на создание сборных типовых решений и скорейшее обеспечение граждан «квадратными метрами» [5].

Хорошей возможностью проявить свой творческий потенциал оставались международные конкурсы. Амбициозный проект «Башня Никитина-Травуша 4000» - был одним из проектов самых высоких небоскрёбов, разработанных в мировой архитектурной практике. Его расчётная высота превышала 4000 метров. Коллектив под руководством Н. В. Никитина и главного инженера В. И. Травуша, работавший вЦНИИЭП им. Б. С. Мезенцева, создал этот проект для Японии в 1966-1969 годах. Конструкция представляла собой четырёхъярусную стальную решетчатую коническую несущую оболочку. Высота каждого яруса составляла 1000 м. Диаметр основания небоскрёба равнялся 800 м.

Отметим, что с 1960-х архитекторы не превзошли смелую задумку московских инженеров. Известен аналогичный по параметрам проект 2007 года компании *TaiseiConstructionCorp* (их башня называется *X-Seed 4000*), но он изначально создавался лишь для рекламной акции. К слову, в компании *Taisei* не скрывали, что основывались на проекте Никитина — Травуша.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Реуцкая В.В.* Развитие архитектуры в СССР. Саратов: изд. ООО "Институт управления и социально-экономического развития". Журнал «Теория и практика современной науки» 2016г. №12-2(28) с.151 - 156.
2. *Курбановский А.А.* Человек и его башня об одном возможном прочтении «Памятника III интернационала» В.Е.Татлина. Москва: изд. Государственный институт искусствознания. Журнал «Искусствознание» 2007г. № 3-4 с.467 - 481.
3. *Атаров Н.С.* Дворец Советов. Москва: изд. Московский рабочий, 1940, 164с.
4. *Ткаченко С.Б.* Виртуальные реконструкции непостроенных градоформирующих объектов на примере Москвы. Пермь: изд. Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Журнал «Вестник Пермского Национально исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2019 №3(35) с. 5 - 29.
5. *Калинина А.В.* Поиски художественной выразительности в архитектуре СССР 1970-1990 гг. Москва, ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014. Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ института строительства и архитектуры. Сборник докладов с.182-183.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ФОРМЫ В АРХИТЕКТУРЕ ЭПОХИ КОСТРУКТИВИЗМА

Термин «конструктивизм» впервые употребляется в России, отражая явление нового стиля в архитектуре. Как направление в искусстве конструктивизм появляется в 1915 году. Одним из первых значимых заявлений об этом направлении стал проект братьев Весниных на конкурсе проектов здания Дворца Труда в Москве (рис. 1). В то время он поражал своим современным видом, смелостью и рациональностью внешнего облика [3].

В нем явно выражены характерные особенности конструктивизма, такие как сегментированность здания, деление его на блоки, большая площадь застекления, само здание масштабно и монолитно, растянуто по вертикали ввысь. Геометрическая форма – параллелепипед, перетекающий в цилиндр. В книге «Архитектура советского авангарда» этот проект М.Я. Гинзбург называет впервые материализованным методом конструктивизма, не допускающим подражания. Ближайшим коллегой братьев Весниных был М.Я. Гинзбург, с которым впоследствии они создают Объединение современных архитекторов (ОСА), а также организывают выпуск журнала «Современная Архитектура» [5]. Гинзбург является автором следующих проектов: Дом правительства в Алма-Ате (рис. 2) и Дом Наркомфина (рис. 3) [1].

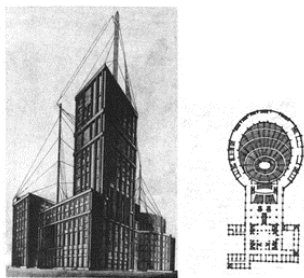


Рис. 1. Проект Дворца Труда в Москве

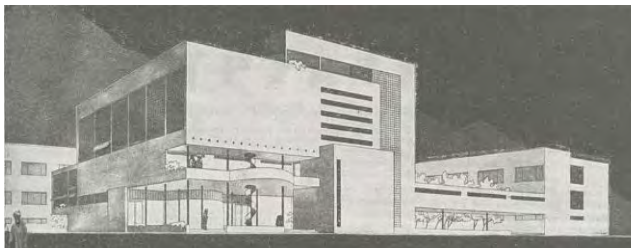


Рис. 2. Дом правительства Алма-Ата

Оба проекта обладают еще одной отличительной чертой конструктивизма – длинные панорамные окна. Формы – снова вытянутые, но по горизонтали, параллелепипеды, плоские цилиндры.



Рис. 3. Дом Наркомфина

Гигантская сфера-аудитория, снова вытянутый вверх параллелепипед-книгохранилище и корпуса лабораторий – разные объекты создают целостную, гармоничную композицию, многообразную и многоплановую.

Другой немаловажной фигурой эпохи конструктивизма был И.А. Голосов. Его работы способствовали увеличению популярности конструктивизма несмотря на то, что свои исследования в области творчества он вел несколько обособленно [4]. Он выработал собственный принцип – объемная форма как основа архитектурного образа должна быть независима от деталей. Данный принцип отображается на нескольких его проектах: Дом Текстилей, с которого начался конструктивистский расцвет творчества И. Голосова, здания Электробанка (рис. 5) и Русгерторга (рис. 6) [1].

Важной фигурой в эпоху конструктивизма был один из любимых учеников А. Веснина И. И. Леонидов [2]. Он создал проект Института Ленина (рис. 4), который был представлен в 1927 году на выставке современной архитектуры, в нем использовались всевозможные новые достижения техники, он имел сложную композицию, чем произвел сильное впечатление [1].

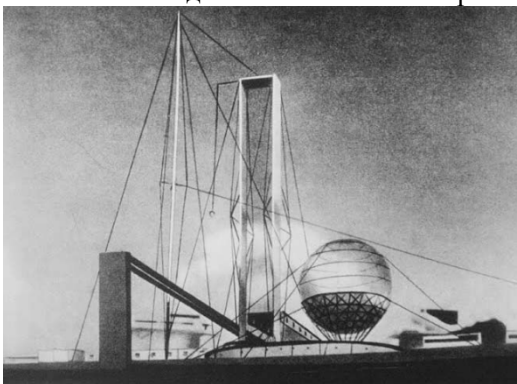


Рис. 4. Институт Ленина

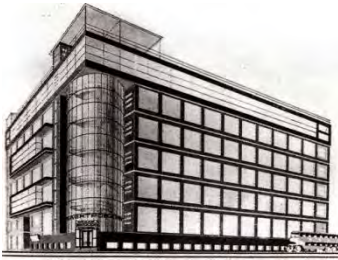


Рис. 5. Электробанк

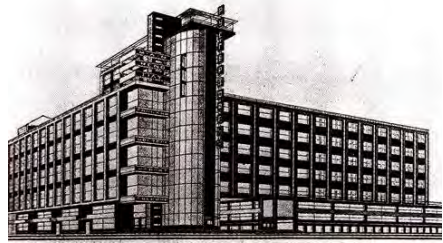


Рис. 6. Русгерторг

И. Голосов обильно использует остекление, ярко выраженный каркас выносится на фасад зданий и становится характерной чертой его работ. В зданиях Электробанка и Русгерторга объемная форма - цилиндр – основа архитектурного образа. Работы И. Голосова, обладающие оригинальностью и отвечающие требованиям функционально-конструктивных задач, способствовали развитию концепции конструктивизма.

Геометрические формы, преимущественно параллелепипед, цилиндр, в архитектуре эпохи конструктивизма, четкие, гармоничные, масштабные, объединенные в одну целостную композицию, являются результатом труда многих архитекторов, сформулировавших принципы построения функциональных зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *А.А. Веснин, М.Я. Гинзбург* журнал Современная архитектура: 1926 – 1930. [Текст] / Сост. Э. Кубенский. - М.: TatlinPublishers, 2010. – 1076 с.
2. *П. Александров, Хан-Магомедов С.О.* Иван Леонидов. [Текст] / Александров П., С.О. Хан-Магомедов. - М: Стройиздат, 1971. - 128 с.
3. *Хан-Магомедов С.О.* Архитектура советского авангарда: в 2-х книгах: Книга первая. Проблемы формообразования. Мастера и течения. [Текст] / С.О. Хан-Магомедов. - М: Стройиздат, 1996. - 709 с.
4. *Хан-Магомедов С.О.* Илья Голосов. [Текст] / С.О. Хан-Магомедов. - М: «Архитектура-С», 2007. - 104 с.
5. *Хан-Магомедов С.О.* М.Я. Гинзбург. [Текст] / С.О. Хан-Магомедов. - М: Стройиздат, 1972. - 180 с.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В АРХИТЕКТУРНЫХ СТИЛЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЭПОХ

В мире окружающей нас действительности архитектурные сооружения занимают определенное место. Исследования исторического развития архитектурных стилей различных эпох позволяют обратить внимание на феномен присутствия в архитектуре зданий и сооружений разнообразных геометрических форм, их сочетаний и дополнений. Можно заметить, что порой в фасады архитектурных шедевров вписываются конкретные геометрические фигуры, а сложные архитектурные сооружения представляют собой комбинации всевозможных геометрических тел. Геометрические объекты, воспринимаемые как простые геометрические фигуры (квадрат, круг, треугольник и пр.) и геометрические тела (куб, цилиндр, конус и пр.), своим сочетанием, соотношением, взаимопроникновением обогащают зрительное восприятие архитектурного объекта, способствуют его неповторимости и уникальности [3]. Сочетания геометрических фигур или геометрических тел имеют иногда лишь приближенное и весьма относительное геометрическое формообразование. Однако, не вызывает сомнения, что в архитектуре различных эпох применяется большое количество разных геометрических объектов.

Эстетическое восприятие окружающей действительности менялось на протяжении длительного времени, видение зданий и сооружений кардинально отличалось в сменяющихся друг друга исторических эпохах и стилях архитектуры. Стиль – это сочетание черт, особенностей архитектуры конкретного промежутка времени и места. Его также определяют геометрические формы и объекты, присущие целостным сооружениям, их отдельным фрагментам или деталям. Геометрические объекты, имеющие различные характеристики, в архитектуре наделены своеобразным символическим языком, воздействующим на впечатления, переживания, чувства человека. Геометрический вид, объем, цвет, фактура, местоположение, ландшафт обеспечивают выразительность сооружения, которые могут быть подчинены таким категориям как симметрия или асимметрия, динамика ли статика, ритм, и пр. [5]. При этом геометрия форм подчинена композиции, которая лежит в основе архитектурной идеи, а прочность сооружения зависит от конструкции, где также читаются геометрические объекты. На рис. 1 видим, что Египетские пирамиды имеют простую геометрическую форму правильных четы-

рехугольных пирамид, долговременно обеспечивая конструктивную устойчивость и стабильность [2].



Рис. 1. Пирамиды в Египте



Рис. 2. Дольмены

Интересными являются сооружения, имеющие в своей конструкции стоечно-балочную систему (вертикальные стойки и опирающиеся на них горизонтальные балки). Первые такие сооружения – это дольмены. В их конструкциях можно заметить многогранники (рис.2). Развитие цивилизации в эпоху античности создаёт условия совершенствования стоечно-балочной системы. Встречаются цилиндрические и конические её составляющие (рис. 3). В прямолинейной архитектуре появляются окружности, овалы, сферы, конусы, цилиндры. Пантеон (рис. 4) свидетельствует о наличии полусферического купола.

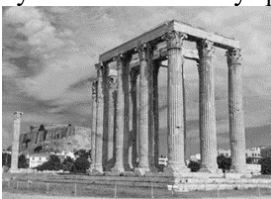


Рис. 3. Олимпия



Рис. 4. Пантеон в Риме

Со временем применяются арочно-сводчатые системы, которые дали великолепные сооружения Колизея (рис. 5) и первые акведуки протяженностью 60 км (рис. 6).



Рис. 5. Колизей



Рис. 6. Римский акведук

Романский стиль начала 12 века сочетает средневековое и античность, отличается наличием геометрии плоскостей и циркулярных арок. Готика, сменив романское искусство, демонстрирует обилие геометрических объектов - цилиндров, пирамид, конусов. Появляются стрельчатые арки. Эпоха Возрождения (Ренессанс), характерна фасадной прямолинейностью и симметрией. А пришедший ему на смену стиль Барокко уже отличается криволинейностью форм. Во второй половине XVIII

века рождается новый стиль - строгий и величественный классицизм (рис. 7), где архитектурной идеей является прямолинейность и симметричность композиции. Архитекторы того времени поражали античностью, используя пропорции. Модерн XX века, как стиль без подражания античным традициям, выражается сочетанием характерных геометрических объектов – призм (рис. 8).



Рис. 7. Большой театр в Москве



Рис. 8. Клуб имени Русакова

Современная архитектура отличается игрой линий. Многонаправленная параллельность и пересечения образуют пространство, проявляют открытость и легкость сооружения [1]. «Хай-тек» - архитектурный стиль причудливых форм, воспринимается через сложные, изогнутые «выпуклые и вогнутые» поверхности. Архитектура начала XXI века благодаря современным материалам заметно выходит за рамки привычных геометрических объектов, развивается по пути сложного геометрического формообразования, что несомненно ведёт к новизне архитектурных идей и сооружений [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горшкова Г.Ф. Объективная геометрия архитектурного пространства [Текст] / Г.Ф. Горшкова // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. – №8. - С. 122-126.
2. Михайленко В.Е., Кащенко А.В. Природа. Геометрия. Архитектура[Текст] / В.Е. Михайленко, А.В. Кащенко // Киев: Будивельник. 1988. – 174 с.
3. Супрун Л.И., Супрун Е.Г., Игошева Е.Д. Геометрия и архитектура[Текст] / Л.И. Супрун, Е.Г. Супрун, Е. Д. Игошева // Вестник евразийской науки. 2019. - №1, Том 11. - С. 1-9.
4. Шенцова О.М. Влияние геометрии на формообразование в архитектуре и градостроительстве[Текст] / О.М. Шенцова // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2017. - №1. - С. 414 - 426.
5. Шенцова О.М. Сочетания архитектурных форм [Текст] / О.М. Шенцова // Архитектура. Строительство. Образование. 2017. - №1(9). - С. 53-58.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПЕРСПЕКТИВЫ СООРУЖЕНИЙ

На сегодняшний день мы всё чаще задумываемся о значимости культурного наследия в области архитектуры. Каждый из нас сталкивался с потерей памятников прошлого. Одни разрушаются по естественным причинам (с течением времени), другим «помогают» социальные конфликты, сиюминутное стремление получить выгоду. Помочь в реконструкции и восстановлении культурно значимых сооружений может хорошее владение теорией перспективы [1,2,3].

Рассмотрим метод нахождения натуральной величины отрезка прямой АВ по данным перспективы $A'B'$ отрезка, его проекции $A_1'B_1'$ и элементам картины: o, h, P, D (рис.1). Теоретически это возможно, так как имеется вторичная проекция (основание) данного отрезка [5]. Проведём из точки Р прямую, перпендикулярную h , и отложим на ней точку S_1^1 , удалённую от Р на расстояние D. Продлим $A_1'B_1'$ до пересечения с h , получим точку схода F^+ . Из полученной точки проведём окружность радиусом $F^+S_1^1$, сделав засечку M^+ на h . Прямые, проведённые из M^+ через A_1' и B_1' пересекают o в точках $1_1'$ и $2_1'$ соответственно. Полученный отрезок $1_1'2_1'$ равен натуральной величине проекции отрезка АВ на горизонтальную плоскость. Проведём горизонтальные прямые из точек $1_1'$ и $2_1'$ до пересечения с продолжением прямых M^+A' и M^+B' , получим точки A^1 и B^1 . Отрезок A^1B^1 равен натуральной величине искомого отрезка АВ.

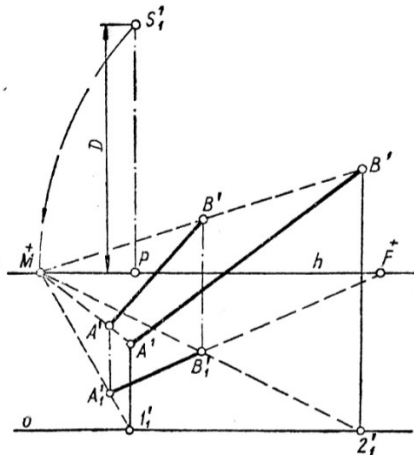


Рис.1 Построение натуральной величины отрезка.

Несложно заметить, что фигура $1_1'A^1B^11_1'$ - натуральная величина перспективы фигуры горизонтально проецирующей плоскости

$A'_1A'B'_1V'_1$. В результате построений получаем способ нахождения натуральной величины фигур, лежащих в горизонтально проецирующих плоскостях. С помощью этого способа мы можем определить натуральные величины фасадов зданий и сооружений (рис.2).

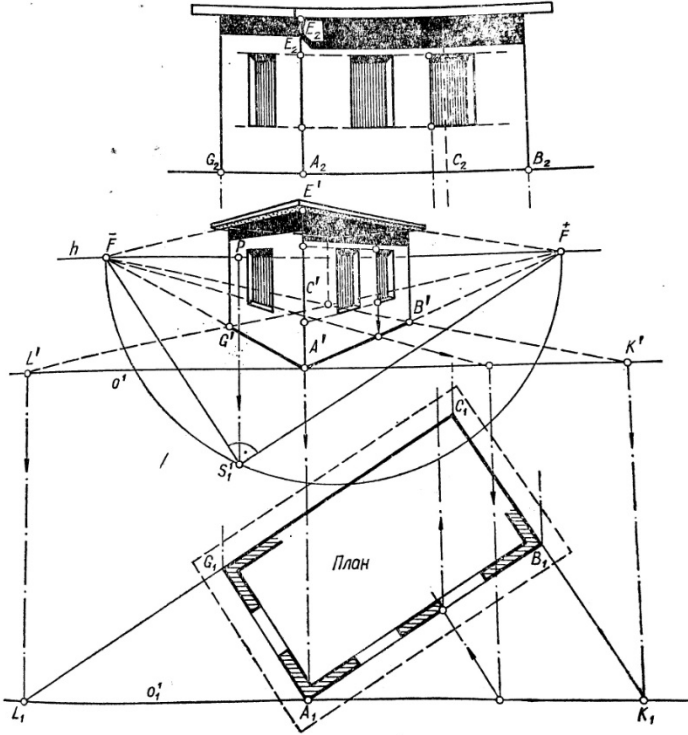


Рис.2 Пример реконструкции перспективы здания.

Рассмотрим применение данного метода для сооружения простой геометрической формы. Горизонтальная прямая o^1 , проходящая через точку A' является основанием картины. Масштаб измерений в нашем случае равен масштабу вертикальной прямой $A'E'$. На F^+F^- , как на диаметре построим полуокружность. Совмещённое основание точки зрения S_1^1 найдём, опустив перпендикуляр к h из точки P до пересечения с полуокружностью. Прямые $S_1^1F^-$ и $S_1^1F^+$ параллельны доминирующим направлениям. На плане проведём прямую $o_1^1 \parallel o^1$. Построим точки основания A_1 и основания картинных следов доминирующих линий K_1, L_1 по перспективам K' и L' . Искомый план здания $A_1B_1C_1G_1$ получим, проведя прямые K_1C_1, A_1G_1 параллельно $S_1^1F^-$ и прямые L_1C_1, A_1B_1 параллельно $S_1^1F^+$. Фронтальная проекция строится при помощи вертикальных линий связи и имеет высоту $A_2E_2 = A'E'$. Для построения

оконных проёмов опускаем проекции граничных точек оконного проёма перспективы на основание и прямую $A'E'$ (для определения высоты граничной точки проёма).

Данный способ применим для восстановления памятников архитектуры, проектов которых не сохранилось. Найти размеры сооружений с точностью до подобия можно, благодаря фотографиям или качественным рисункам, имея один геометрический размер [4].

По моему мнению, метод реконструкции перспективы можно применить для восстановления архитектурного облика выдающегося собора Парижской Богоматери (Нотр-Дам-де-Пари) (рис.3,4).



Рис.3. Нотр-Дам до пожара



Рис.4. Нотр-Дам после пожара

В заключении отмечу, что метод реконструкции перспективы является не только точным, но и простым. Этой точности достаточно для восстановления утраченных чертежей архитектурных сооружений, передающих особенности творческих поисков предыдущих поколений, и позволяющих по достоинству ощутить всю красоту архитектуры того времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Графский О.А.* Виды аффинных преобразований и их композиции.// Геометрия и графика, т.4, №3, 2016, с.11-16
2. *Гириш А.Г., Короткий В.А.* Мнимые точки в декартовой системе координат.// Геометрия и графика, т.7, №3, 2019, с.28-35
3. *Короткий В.А.* Мнимые прямые в декартовой системе координат.//Геометрия и графика, т.7, №4, 2019, с.5-17
4. *Еришкина Е.Б., Королькова Н.Н.* Геометрическое моделирование в автоматизированном проектировании архитектурных объектов.// Геометрия и графика, т.4, №2, 2016,с.48-54
5. *Стенура Е.А.* «Невозможные» геометрические фигуры.//Геометрия и графика, вып.1, 2011, стр. 133-138

ГАРМОНИЧЕСКИЕ ПРОПОРЦИИ ДРЕВНЕЕГИПЕТСКИХ ЗДАНИЙ

Древние египтяне обычно возводили из тёсаного камня всё, что связано с культом мёртвых, или дома для богов; остальные строения, в том числе царские дворцы, строились из необожжённого кирпича, поэтому не сохранились.

Храм древних египтян представлял собой вытянутую в длину прямоугольную призму, разбитую на четыре части, в соответствии с особенностями культа. Храмовый двор, с разнообразными постройками второстепенного значения, был обнесён стеной. Храм обычно имел свою пристань, - либо прямо на Ниле, либо на берегу прорытого от великой реки канала[1].

От пристани к храму вела аллея, предназначенная для культовых церемониальных шествий.

Подобная организация пространства была вызвана тем, что грузы доставлялись в лодках по воде; а затем эти дороги сохранялись: по ним носили изображения богов, и передвигались со своими процессиями фараоны, приезжавшие в храм для поклонения.

Пристань обычно имела в плане форму буквы Т. Вдоль аллеи, шедшей от пристани к храму, устанавливались сфинксы. Иногда аллеи вели к соседнему храмовому комплексу [2].

Храм в Луксоре является одним из самых известных культовых сооружений. Храм, возведённый во времена Нового царства, в дальнейшем подвергался неоднократным переделкам, и в результате



Рис. 3 Дорога от пристани к храму

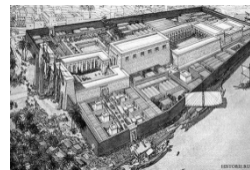


Рис.1 Реконструкция. Вид со стороны реки.



Рис. 2 Храмовый комплекс

вобрал в себя и храм Александра Македонского, который назначил себя сыном бога Амона. В дальнейшем здесь появилась и часовня коптских христиан, и надписи, относящиеся к христианству первых веков [3]. Затем Египет был

завоеван арабами, установившими на крыше египетского храма мечеть

– так как храм был уже почти засыпан песком. Когда храм был очищен, мечеть превратилась в надстройку.

Храм вытянут в виде прямоугольника, имеющего длину 260 м, параллельно Нилу. Строительство начиналось при фараоне Аменхотепе, а Рамсес II пристроил к храму двор, а также пилон. Вдоль дороги, ведущей к храму, стояли два ряда сфинксов, а у ворот – статуи фараонов. На дворе народ совершал молитвы богам. По повелению Рамсеса, его победы над хеттами были увековечены в виде барельефов [4]. Кроме того, перед пилоном стояли парные обелиски, а также 6 статуй Рамсеса. Из них до нашего времени сохранились две скульптуры, изображающие фараона сидящим, а также одна стоящая. Один из обелисков также сохранился, а второй вывезен в XIX веке в Париж.

Первый из дворов храма посвящен Рамсесу, а второй – Аменхотепу; в них находятся шестнадцатиметровые колоннады, и барельефы. Из двора Аменхотепа попадаем в вестибюль, пройдя через который, окажемся в святилище. Отличительной чертой храма являются колоннады огромных размеров [5].

Барельефы времён Аменхотепа являются иллюстрацией к истории божественного происхождения фараона, от брака его матери с Амоном.

Храм, как и остальные храмы Египта, являл собой модель мироздания, а священнодействия в храме имели целью поддержание божественного порядка в мире людей.

Рассмотрим построение модели колонны, имеющей форму связки папируса, в AutoCAD 3D. Данная модель представляет собой упрощенное

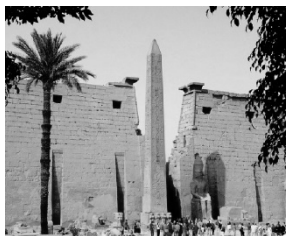


Рис. 4 Обелиск



Рис. 5 Вход в храм



Рис. 6 Колоннады



Рис. 7 Колоннада в форме папируса

изображение, полученное способом выдавливания; для более точной передачи формы следует воспользоваться методом «выдавить по сечениям (лофт)».

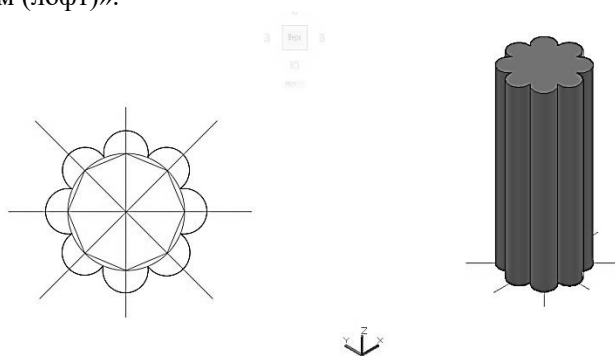


Рис. 8 Построение модели колонны средствами AutoCAD 3D.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сомерс К., Энгельбах Р. Строительство и архитектура в Древнем Египте. М. Центрополиграф. 2009. С. 275.
2. В. Ю. Странников. Египет. Культура, традиции, архитектура Древнего Египта. М. 2018. С.344.
3. Н. А. Померанцева. Феномен канона в искусстве Древнего Египта. М. 2018. С.220.
4. Овсянников Ю. М. История памятников архитектуры. М. 2019. С. 135.
5. Ферреро Д. Египет. М. 2015. С.178.

Студент 1 курса 6 группы ИЭУИС Приписнов В.А.

Научный руководитель – преп. А.В. Стенура

ЦАРИЦЫНО. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПО СТАРИННЫМ ЧЕРТЕЖАМ.

Дворцовый комплекс Царицыно – жемчужина московских архитектурно-парковых комплексов. Украшение юга Москвы и центр притяжения москвичей и гостей столицы. Не удивительно, что эта местность восхитила императрицу Екатерину II красотой расположения и богатством форм рельефа. Эта богатая и ухоженная усадьба с прекрасным парком и оранжереей принадлежала потомкам молдавского господаря Дмитрия Константиновича Кантемира.



Рис. 1. Вид на Большой дворец усадьбы «Царицыно». 2009г.

25 мая 1775г. Императрица приобрела имение у князя С.Д. Кантемира за 25 тысяч рублей, с целью постройки новой подмосковной резиденции взамен обветшавшего и разобранного дворца в Коломенском. Екатерина II сама утвердила задание на проектирование и внимательно вникала во все тонкости архитектурного облика ансамбля и интерьеров будущего дворца. В XVIIIв. понятие архитектурного стиля «готика» было наполнено иным смыслом, нежели сейчас. Готическое искусство противопоставлялось античному, т.е. все, что существовало между античной эпохой и веком Просвещения, можно отнести к «готическому», т. е. «варварскому» искусству, но при этом не



Рис. 2. "Вид Царицына села" Проектный чертеж. Василий Баженов 1776г.

лишенному своего очарования: «удовольствия от разнообразия». Таким образом, зодчий Баженов, получив заказ на создание «готического ансамбля» смог дать волю фантазии, продемонстрировать в полной мере свой блестящий талант. Венцом работы над проектом стала грандиозная Панорама усадьбы, выполненная Баженовым в невероятных размерах 625 на 315см! На полотне изображены все задуманные строения, запечатлен целостный образ будущей резиденции с главной видовой точки из-за Верхнего Царицынского и Шипиловского прудов. Примененный Баженовом принцип панорамы презентации целостного фасада ансамбля позволил создать эффектный, изысканный,

но отстранённый, возвышенно-необитаемый образ [1].

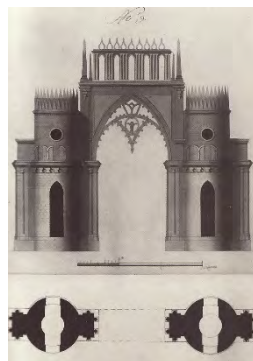
Десять лет продолжалось простое, с задержками финансирования и поставок материалов строительство дворца. Прибыв в Царицыно после десятилетнего отсутствия, Императрица осталась недовольна и приказала разобрать до основания главный корпус дворца.

Существует множество гипотез трагедии Баженовского дворца. Версий о причинах случившегося существует более 30, но истинные причины отставки Баженова и разрушения главного корпуса дворца на сегодняшний день так и не выяснены и представляют собой одну из самых загадочных страниц истории Царицына.

Руководство проектом по велению Екатерины II было передано ученику В.И. Баженова – молодому талантливому и амбициозному архитектору – М.Ф. Казакову, что еще более приблизило крах карьеры его учителя и наставника.

М.Ф. Казаков полностью переосмыслил общую планировку ансамбля, но и его проекту не суждено было полностью реализоваться: помешала война со Швецией, а затем и смерть Екатерины. Наследники и потомки не проявляли интереса к Царицыно. По своему прямому назначению усадьба никогда не использовалась. В разное время строения комплекса использовались как трактир, Кофейный дом, лечебница для дворцовых крестьян, гостиница, ресторан, историко-краеведческий музей, Дом культуры, музыкальная школа и даже частично заполнены коммунальными квартирами. С конца XVIII в. Царицыно становится излюбленным местом для прогулок и пикников жителей Столицы. Разрушающиеся дворцовые постройки воспринимались как романтические руины. Великолепное творение Баженова и Казакова на протяжении почти двух веков ветшало, рассыпалось и разбиралось местными жителями на постройку окрестных дач. Были попытки реконструкции, восстановления и консервации Царицыно, но ввиду неподъемной стоимости проекта до 70-х гг. XXв. так и не были осуществлены.

В начале семидесятых годов задание на разработку проекта реконструкции было поручено Мастерской №7 института «Моспроект-3» и Мастерской №13 «Моспроекта-2». Необходимость в безотлагательных масштабных действиях направленных на проведение комплексной научной реставрации не подвергались сомнению. Эти мероприятия стали отправной точкой к длительной и отчасти драматичной истории реставрации усадьбы Царицыно.



Скрупулёзно и детально специалисты изучили все имеющиеся документы: архитектурные чертежи – планы и фасады зданий, детальные прорисовки элементов декора, *Рис.3. Фасад, план Финабриски интерьеров и старинные гравюры, гурных ворот. Баженов В.И. 1776г.* панорамные виды усадьбы, а также картины, фотографии и письменные документы.

Коллегиальным решением был принят к реализации проект Большого дворца, первоначально задуманный М.Ф.Казаковым. Примечательно то, что для проектной деятельности XVII – XIXвв. была характерна детальная разработка комплекта чертежей сразу с интерьерами, расстановкой и дизайном мебели в цвете, наряду с архитектурно-строительными чертежами[4]. Фасады зданий изображались в наиболее выигрышном свете: с тенями и отмывкой, многие элементы прорисовывались вручную, без использования чертежных инструментов. Все эти факторы значительно облегчили работу реставраторов (рис.2).

К Дню Города в 2007 году состоялось торжественное открытие восстановленного Большого дворца и всего архитектурно-паркового ансамбля «Царицыно (рис.1).

Уникальность работы над проектом реставрации заключалась в том, что архитекторы и историки напрямую обращались к чертежам Баженова и Казакова. Выполненные в XVIIIв., в соответствии с действующими нормами, чертежи не нуждались в дополнительной транскрипции и могли быть взяты за основу проекта реконструкции. Исполненные в туши с акварельной отмывкой, чертежи сами по себе являются архитектурным памятником и сокровищем культуры мирового уровня [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *О.В. Докучаева*, Калейдоскоп строений. То, чего дотоле не было. Москва, изд. ООО «Солид-Пресс», Журнал «Московское наследие» №4(64) 2019. с.28 - 46.
2. *Рахматуллин Р.* Две Москвы или Метафизика столицы. М.: АСТ Олимп, 2009 585с.
3. Письма Екатерины второй к барону Гримму. Русский архив. Т. 2-3. СПб., 1878 с.350.
4. *Клавири Е.В.* Русская усадьба: вчера, сегодня, завтра. Москва, ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2014. Научно-техническая конференция по итогам научно-исследовательских работ института строительства и архитектуры. Сборник докладов с. 19-21.
5. *Посохин М.М.* Нас оценит время и Царицынский парк... Москва изд. Международная ассоциация союзов архитекторов. «Журнал Архитектура. Строительство. Дизайн.» 2007 № 5 с. 20-21.

СТРУКТУРА САКРАЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА ДРЕВНИХ ИНДУИСТСКИХ КУЛЬТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ

Форма индуистских сооружений культа соотносится с геометрическими фигурами, которые, как считают индусы, символизируют собой части вселенной. Круг являет собой с одной стороны небо, с другой – божественное начало, а квадрат – земное воплощение. Круг символизирует активное жизненное начало, а квадрат – тело, являющееся пассивным, и вторичным, по отношению к небесному. Собственно говоря, план храмового здания и строился из сочетания этих символов. Проводя сечения, с помощью горизонтальных плоскостей по высоте, мы увидим набор этих символов [1]. Вот, например, образец типичной сакральной индуистской геометрии (рис. 1)

Мы видим комбинацию из квадратов и дуг окружностей. Любопытно сравнить с композициями из циркульных кривых, которые строил в своём альбоме Дюрер, чтобы показать поперечные сечения готических колонн. Схемы очень похожи, но индуисты видели в сочетании этих фигур сакральные смыслы (рис. 2).

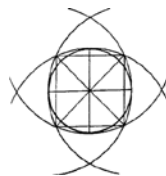


Рис. 1 Сакральная геометрия индуизма

Существует великое множество разнообразных стилей индуистских культовых зданий; однако, большинство из них можно свести к двум основным: северный стиль, который обычно называют Нагара, а также стиль Дравида, известный как южный стиль. Геометрической основой обоих этих стилей является комбинация в горизонтальном сечении сакральных окружностей и квадратов, причём излюбленная композиция индуистов – круг, помещенный в квадрат [2].

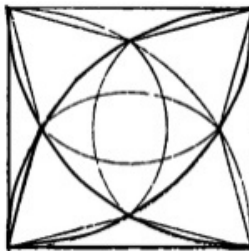
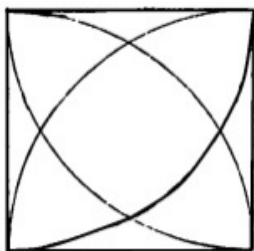


Рис. 2 Чертежи Дюрера

Рассмотрим стиль Нагара (рис. 3).



Рис. 3 Схема взаиморасположения основных объемов храма Нагара.

Богатство фантазии индийских зодчих достаточно трудно систематизировать в какую-то единую схему, даже в рамках одного стиля; однако, если поставить такую задачу, в первом приближении получим примерно следующее расположение основных объемов северного стиля (рис. 4).



Рис. 4 Храм, построенный в стиле Нагара

Как мы видим, башня напоминает собой огромный улей. Элементы, из которых создана башня, расположились слоями. Сверху на них водрузился большой купол, его можно сравнить по форме с подушкой [3]. Основание башни состоит из набора квадратных элементов, однако многочисленные декоративные детали создают впечатление округлой формы строения[4].

Геометрия храма:

1. Вершина состоит из конуса, опирающегося на цилиндр
2. Купол имеет форму эллипсоида
3. Башня в виде линейчатой поверхности.
4. Святое место основано на кубе
5. Рюш имеет форму цилиндра, с многочисленными элементами декора.
6. Храм также украшен пилястром, в котором можно найти множество геометрических фигур: конус, цилиндр, прямоугольники.

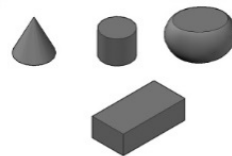


Рис. 5 Геометрические тела, из которых состоит храм.

7. Прихожая является вытянутой прямоугольной призмы. Храм симметричен относительно центральной оси.



Рис. 6 Южный стиль индуистской архитектуры.

Таких культовых сооружений включает интересный набор геометрических тел, основанный на сакральной геометрии.

Стиль Dravida (рис. 6). Башня пирамидальной формы, состоит из ярусов, в виде прямоугольных призм, уменьшающихся снизу вверх. Купол в форме усеченного эллипсоида, или сферы (рис. 5). Вершина в виде конуса, установленного на эллипсоид или на сферу. Святое место имеет форму куба. Прихожая является вытянутой прямоугольной призмой [5].

Таким образом, мы видим, что архитектура инду-

истских культовых сооружений включает

интересный набор геометрических тел, основанный на сакральной геометрии.



Рис.7 Возможные варианты купола башни Дравиды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тюляев С.И. Архитектура Индии. М. 2011. С. 357.
2. Короцкая А.А. Архитектура Индии раннего Средневековья. М. 2014. С. 144.
3. ШуазиО. Всеобщая история архитектуры. М. 2018. С. 476.
4. Неаполитанский С.М., Матвеев С.А. Сакральная архитектура мира. Созидательные принципы мировой гармонии. М. 2013. С. 208.
5. Прак Н.Л. Язык архитектуры. Очерки архитектурной теории. М. 2017. С. 188.

Студент 1 курса 38 группы ИСА Трошкин А.С.

Студентка 1 курса 38 группы ИСА Скворцова А.А.

Научный руководитель – ст. преп. Е.А. Стенура

ГРАФИКА В ТВОРЧЕСТВЕ АРХИТЕКТОРА Н.П. КРАСНОВА

Своим архитектурным обликом начала 20-го века два прекрасных города – Ялта, в Крыму, и Белград - столица Королевства Югославия (ныне – Сербия), обязаны труду и таланту русского архитектора Николая Петровича Краснова. Всемирно известным его творением стал последний императорский дворец России - Ливадийский, построенный в 1910-1912 годах, знаменитый также тем, что в нем проходила Ялтинская конференция лидеров стран антигитлеровской коалиции 4 февраля 1945 года, на которой вопросы послевоенного устройства решали Сталин, Рузвельт и Черчилль. Н.П. Краснов (1864-1939) - сын государственного крестьянина села Хонятино Коломенского уезда Московской губернии; по некоторым источникам, родился и был крещен в Москве. В двенадцатилетнем возрасте талантливый мальчик принят в Московское училище живописи, ваяния и зодчества, архитектурное отделение которого окончил в 1887 году. В том же году начал работать в Ялте в должности городского архитектора быстро развивавшегося курортного города. Ему приходилось решать широкий круг проблем, связанных с планировкой, застройкой, благоустройством, инженерной подготовкой территорий Ялты, но, в первую очередь, ее архитектурным обликом. По проектам Краснова в Ялте было построено более 80 зданий, особняков, домов, реконструирована набережная, устроена сливная канализация[4]. Очень многое было им сделано для восстановления ханского дворца в Бахчисарае. В полной мере талант зодчего раскрылся в создании дворцово-парковых ансамблей в имениях членов царской семьи: Дюльбер, Чаир, Харакс, Ливадийский дворец [рис.1]. В 1911 году был пожалован в Архитекторы Высочайшего Двора, единогласно избран академиком Петербургской Академии художеств в 1913 году. По просьбе императрицы, обучал дочерей Николая II рисованию. Последней работой Краснова в России был санаторий им. Императрицы Александры Федоровны в имении Массандра, построенный в 1915-1916 годах для выздоравливающих офицеров - участников сражений Первой Мировой войны [1]. В мае 1919 года, спасаясь от преследований новой власти, семья Красновых покинула Крым на пароходе «Бермудиан» и прибыла на Мальту, где в трудах и лишениях прожили три года [2,5]. В это тяжелое время раскрылся талант Николая Петровича как акварелиста. Его акварельные пейзажи Мальты восхищают; позже на их основе были изданы почтовые открытки [4]. Работы мастера выставлялись в местной лавке, где их покупали и заказывали английские моряки. В 1922 году семья переехала в Белград, где Н.П. Краснов пользовался

личным покровительством короля Александра Карагеоргиевича; архитектор получил должность инспектора и работал в Министерстве строительства Югославии. Архитектурный облик Белграда пополнился зданиями двух министерств, государственного архива, театра, соборами, часовнями и другими монументальными объектами по проектам Краснова [3].

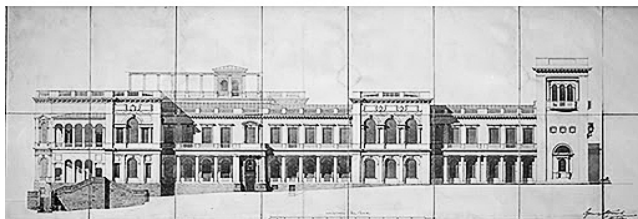


Рис. 1. Чертеж главного фасада Ливадијског дворца

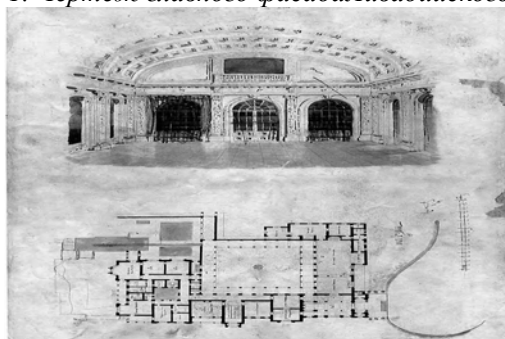


Рис. 2. Фрагмент одного из чертежей Ливадијског дворца

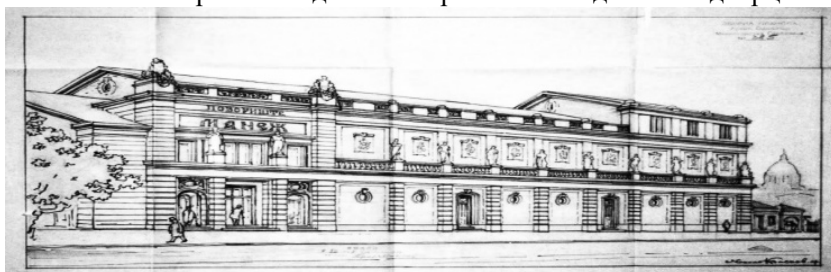


Рис. 3. Перспектива фасада Белградског Народного театра

Изучая проектные чертежи Краснова, мы обратили внимание прежде всего на большое количество эскизов. Интересны архитектурные эскизы, выполненные акварелью в технике сухой лессировки с тщательной проработкой рисунка. Выверенная композиция, безупречное владение перспективой, изысканный колорит создают живое представление о проектируемом здании или интерьере. С этой точки зрения интересен «Перспективный план передней в охотничьем доме Юсуповых в Кокко-

зе», который представляет собой акварельный эскиз интерьера с тщательной проработкой элементов конструкций и декора. Многие эскизы, выполненные Красновым к проекту Ливадийского дворца [рис.1], носят архитектурно-технический характер: на них представлены разработки мебели, лестниц с ограждениями, дверей, решеток, малых форм и т. д. Интересно, что проект дворца в Ливадии начинался с Итальянского дворика, который для архитектора был тем вдохновляющим ядром, вокруг которого гармонично нарастала вся остальная структура дворца. Великолепный чертеж фасада дворца с отмывкой выполнен на 8 листах [рис.1]. Обращает внимание отсутствие координационных осей на планах [рис.2] и фасадах, а также основной надписи и привычного чертежного шрифта. В нижней части листа, по центру или справа, архитектор просто указывал свое имя. На чертежах планов выделены несущие конструкции: стены, колонны - часто они полностью закрашены. На разрезах можно увидеть лестницы: изображены марши, причем выделены попавшие в плоскость разреза (закрашены), указана высота этажей, пролеты. Высотных отметок, как на современных чертежах, нет, так же как и координационных осей. Обращает внимание полное отсутствие размеров на плане, вероятно потому, что это этап проработки планировочного решения. Заметно, что на чертежах фасадов и перспектив зданий мелкие элементы декора сделаны от руки; часто перспективы полностью выполнены без применения чертежных инструментов. В целом, проекты, чертежи и наброски, принадлежащие Н.П. Краснову, являются произведениями искусства, свидетельствующими о высочайшем профессионализме, творческом даре и безупречном вкусе архитектора и графика.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ткачук О.П., Иванов Л.М., Ливицкая З.Г.* Архитектор Н. Краснов. Неизвестный и известный. Акварели и фотографии. Симферополь: изд-во Нижняя Ореанда, 2016, 108 с.
2. *Сью Вулмэнс.* Из Ялты в Австралию.//»Эхо», №15(507), 2005.
3. *Земляниченко М.* Крымский архитектор Николай Краснов.//альман. «Русский мир» Пространство и время русской культуры. С-Пб.:
4. «Русская культура», №10, 2016 г., с.378-388
5. *Цыганок М.В.* Николай Краснов: жизнь, поделенная революцией// Научное сообщество студентов XXI столетия. Общественные науки: сб. ст. по мат. XLVI межд. студ. научно-практич. конференции, №9(45), Новосибирск, 2016.

*Студент 1 курса 13 группы ИСА Скок К.И.
Научный руководитель – преп. А.В. Стенура*

ЛЕНТА МЕБИУСА В АРХИТЕКТУРЕ.

Лента Мебиуса – неориентируемая односторонняя кольцевая поверхность, топологический объект. Уникальность ленты состоит в том, что это «гость» из двухмерного измерения в трехмерном пространстве.

Лента Мебиуса или лист Мебиуса, поверхность или петля была одновременно открыта в 1858г: двумя учеными: Августом Фердинантом Мебиусом и Иоганном Бенедиктом Листингом. В научном труде «Об объеме многогранников» А.Мебиус дал подробное описание геометрической поверхности, впоследствии названной в его честь. Удивительные свойства поверхности Мебиуса: непрерывность, односторонность, связность, ориентированность[1].

В XX в., в связи с развитием технологий, Лента Мебиуса находит свое применение во множестве изобретений: ленточный конвейер, печатная машинка, матричный принтер, пленочные магнитофоны и многие другие устройства, при использовании принципа Ленты Мебиуса работают дольше, а ресурс ленты расходуется равномернее.

Односторонняя кольцевая поверхность вдохновила множество художников и архитекторов. Наиболее известным, пожалуй, является голландских художник МорицКоронелицЭшер. Его литография «Лента Мебиуса II» (ползущие муравьи) является хрестоматийным изображением Ленты Мебиуса, приводится как пример во множестве учебников[2].

Скульптурные изображения Ленты Мебиуса находятся во множестве городов: в Москве у метро Фрунзенская и на здании Центрального экономико-математического института (м. Профсоюзная), в Минске, Риге, Вашингтоне. В Германии (Мюнхен), во внутреннем дворе бухгалтерской корпорации в 2004г. установлена «бесконечная» лестница, автор которой вдохновлен Лентой Мебиуса.

Существуют лимитированные коллекции дизайнерской мебели, предметов интерьера и украшений в виде Ленты Мебиуса [3].

В ХХІв. стало возможным то, о чем мечтали архитекторы-топологи: технологии строительства и современные материалы позволили создавать здания в форме Ленты Мебиуса[4].

1. Проект библиотеки-национального культурного центра в Казахстане.

Компания BIGArchitects в 2009г. презентовала амбициозный проект нового культурного центра Астаны (Нур-Султан)[2]. Здание должно стать воплощением сопоставления различных концепций и замыслов: проект включает 4 национальных архетипа: окружность, арочная конструкция, ротонда и юрта, которые при внешней разнородности изящно соединяются в форму листа Мебиуса. Сооружение формируется вокруг крепкого вертикального стержня, «нанизыванием» спиральной окружности. Стержень

здания является ядром, позволяющим посетителям перемещаться между этажами. Изгибы здания формируют лист Мебиуса, топологические свойства которого позволяют внутреннее пространство трансформировать во внешнее и обратно. Наружная оболочка здания превосходит традиционные архитектурные категории как классические стены и крыша. Как и в юрте, стена становится крышей, а крыша – полом.

2. Храм современного буддизма в г. Тайчжан. Китай.

Лента Мебиуса воспринимается как одна из метафор реинкарнации, именно она вдохновила специалистов из архитектурного бюро MilyDesign при создании проекта буддийского храма в городе Тачанке, провинция Жангсу, Китай.

Объект разработан, как раскрывающий философско-пространственную логичность всего сооружения. В результате внешняя бесформенность имеет четкую определенность: если представить конструктивную схему здания, то получится нечто вроде неправильной спирали. В этом и заключается концепция – все имеет свой конец и свое начало, и эти два абстрактных понятия взаимосвязаны. Архитектура храма развивается по спирали, однако имеет особенность: внешняя и внутренняя поверхности обязательно встречаются в одной точке. Как видно из проекта, авторы не стремились создать каноничный и аскетичный религиозный объект. Главное – это динамика, новаторство, футуристичность, а также соответствие тенденциям развития страны.

3. «Ласточкино гнездо» в городе Тайчжун, Тайвань.

В 2012 г. власти города Тайчжун объявили международный конкурс на проектирование местного культурного центра на месте старого аэропорта. Бельгийский архитектор ВенсанКальбо разработал проект в виде спирали-эллипса сложной формы, фактически являющейся лентой Мебиуса. Конструктивной схемой здания является свернутый в виде спирали металлический каркас со сплошным панорамным остеклением. В разрезе каркас имеет форму треугольника, поворачивающегося около 80 раз по часовой стрелке на 4,5 градуса, чтоб совершить полный оборот на 360 градусов вокруг огромного центрального внутреннего патио и образующего таким образом трехмерную ленту Мебиуса эллиптической формы. Опираение спирали на поверхность земли осуществляется в трех точках, что позволило создать под зданием открытую площадь-патио.

4. Мост «Счастливым узел» в городе Чанша, провинции Хунань, Китай.

В 2016 г. голландское архитектурное бюро NextArchitect полностью реализовало проект пешеходного моста. Особенность конструктивной схемы моста состоит в пересекающихся связях, выполненных по принципу листа Мебиуса. Протяженность моста составляет 150 метров, высота 24 метра. Мост обладает различными путями на различных уровнях, имеет серии переплетенных как ленты путей, построенных в разных диапазонах и на

различных высотах. Несмотря на сложность в навигации, необычайной формой он выделяется из большинства пешеходных мостов, чем привлекает большое количество туристов. Мост многоуровневый, с пятью «перекрестками», что постоянно заставляет менять направление движения. Возможно, подобные неопределенного срока прогулки по листу Мебиуса и имеют ассоциацию с бесконечностью, но дизайн нового моста воздаёт должное не только открытию Августа Мебиуса, но и традиционным китайским узлам, используемым в декоративном народном искусстве создания одежды. Удивительный альянс – лист Мебиуса и китайские узлы.

Благодаря своей масштабности, «бесконечная лента Мебиуса» не просто соединяет противоположные берега реки, он захватывает также и соседние парки с прилегающими улицами. Помимо этого, в тёмное время суток мост красиво подсвечен LED-лампами.

Вывод: Лента Мебиуса, как геометрическая форма, обладает значительным потенциалом использования в архитектуре [5]. В строительной отрасли еще произойдут неожиданные открытия и сюрпризы применения односторонней поверхности. Свой интерес к Ленте Мебиуса архитекторы начали проявлять в XXI в. И нам предстоит стать свидетелями рождения удивительных зданий и сооружений в основе конструктивной схемы которых заключена Лента Мебиуса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Севостьянова В.А., Шатило П.Я., Вовнова А.В.* Неориентируемая топологическая поверхность – Лента Мебиуса. Томск: изд. Томский государственный архитектурно-строительный университет. Избранные доклады 62-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 2016 г. с. 989-994.
2. *Карл Левитин* Геометрическая рапсодия. Москва: изд. «Знание» 1984. С. 38-49.
3. *Сухарькова А.В.* Применение Ленты Мебиуса в архитектуре зданий и бытовых приборах. Волгоград: изд. Волгоградский государственный технический университет. Материалы IV Всероссийской научно-технической конференции молодых исследователей (с международным участием). Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой. 2017 с. 326-329.
4. *Стасюк А.А., Солодовникова Е.Н.* Лента Мебиуса как объект топологического пространства. Борисоглебск изд. «Кристина и К». Материалы Научной сессии Борисоглебского филиала ФГБОУ ВО "ВГУ". 2018г. с. 258-260.
5. *Кравченко Г.М., Труфанова Е.В., Болдырев А.С.* Эволюция объектов параметризма. Москва: изд.Издательский Центр РИОР. Журнал «Строительство и архитектура» 2018г. №4 с. 44-48.

ДВИЖУЩИЕСЯ ОБЪЕКТЫ КАК ЭЛЕМЕНТЫ АРХИТЕКТУРЫ

Сегодня с каждым днем свою популярность приобретает такое направление архитектуры, как кинематическая архитектура [1]. Стоит заметить, что свое начало динамическая архитектура берет еще в средних веках, когда человек в первые начал возводить подъемные мосты. Кроме того ярким примером того времени являются ветряные мельницы, которые за счет энергии ветра заставляли аэродинамический механизм совершать механическую работу, тем самым используя ее для помола муки. Но только в середине 20 века это направление стало более-менее развиваться. В начале 21 века человечество уже имеет несколько примеров динамической архитектуры, а также множество проектов будущих строений [2,3].

Одним из так называемых "Живых зданий" является институт арабского мира находящийся в Париже. Фасад здания, который прозвали "дышащим", украшен множеством шестигранных панелей, которые расположены на панели. Также присутствуют другие геометрические элементы. Но вся уникальность здания заключается как раз в его окнах. Специальные датчики на панели регулируют подачу света, так чтобы само помещение внутри было освещено. Таким образом если в здании переизбыток солнечного света, то металлические ставни сужаются, и расширяются, если света не хватает.



а - вид снаружи б - вид изнутри

Рис.1. Институт арабского мира

Поистине завораживающей архитектурой является творение Нэда Кана с его невероятным живым фасадом. Внешний вид здания окутан небольшими стеклянными прямоугольными пластинами, которые со-

единены между собой в занавес (кроме того, есть подобные фасады, имеющие самые различные геометрические формы, от примитивов до сложных составных фигур). Они совершают свои повороты по направлению движения ветра, поэтому здание оживает благодаря внешнему воздействию, а не механизму, который бы управлял всей конструкцией.



Рис.2. Живой фасад Нэда Кана

Проект, над которым сейчас в данный момент уже идет работа - это вращающиеся башни Дэвида Фишера в Дубае. Конструкция построена таким образом, что все сосредоточено вокруг центрального стержня, в котором, в свою очередь, будет находиться лифт, а также помещения для автомобилей и прочей техники. Кроме того на стержне будут расположены этажи, способные совершать свое движение за счет сложных механизмов, между этажами планируется сделать ветряные лопасти, которые в свою очередь будут вырабатывать энергию, так же планируют установить солнечные панели. Конечно, все это вряд ли компенсирует затраты энергии на динамику всей башни, поэтому пока рано еще говорить о здании, которое способно было бы обеспечивать себя полностью электроэнергией, имея при этом подобную динамику. Но уже точно можно сказать, что это будет новое слово в архитектуре, осталось только все это реализовать. Правда, необходимо также учитывать, что любой архитектурный объект должен гармонично вписываться в окружающий ландшафт [4].



а) Внешний вид б) План этажей башни
 Рис.3. Вращающиеся башни Дэвида Фишера

В геометрии уже известно большое количество самых различных геометрических фигур, каждое вдохновило архитекторов на создание чего-то невероятного и интересного и динамическая архитектура тому пример. Такие сложные тела вращения, как параболоид, гиперболоид и эллипсоид сейчас часто применяют [5]. Человеческая фантазия безгранична, поэтому очень трудно просто взять и реализовать проект, в котором присутствуют тела вращения и другие сложные геометрически объекты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гайдученя А.А.* Динамическая архитектура 1983 г. - 96 стр.
2. *Глазычев В.Л.* Архитектура. Энциклопедия. "ООО Издательство АСТ", 2002, 672 с. с илл.
3. *Сапрыкина Н.А.* Основы динамического формообразования в архитектуре 2005 г.- 312 стр.
4. *Саймондс Д.О.* Ландшафт и архитектура, Изд-во литературы по строительству, 1965. - 190 с.
5. *Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров, 1974. - 832с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ПАРАБОЛОИДА В АРХИТЕКТУРЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Гиперболический параболоид - поверхность, относящаяся к поверхностям 2-го порядка, для его построения используется модель, включающая в себя две параболы, которые располагаются в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Вершина одной параболы ветвями вниз скользит по другой, неподвижной параболе ветвями вверх (рисунок 1). В результате образуется поверхность, напоминающая седло [3, с.25,26] – «седловая» поверхность (рисунок 2).

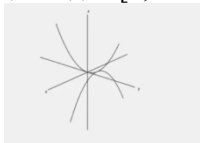


Рис. 1

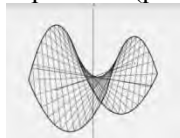


Рис. 2

Большой интерес представляют архитектурно выразительные и экономичные тонкостенные оболочки в форме гиперболического параболоида (гипары) применяемые для покрытий и перекрытий в различных зданиях и сооружениях [2, с.216]. Гипары обрели распространение вследствие особенностей форм и за счет положительных моментов, таких как большая жесткость и несущая способность, отличные экономические и эксплуатационные качества], вероятность формообразования многообразных систем[5, с.3], используемых для проектирования объемно-пространственных композиций зданий. Многие авторы такие как Йодике, Ю. К. Зигель, Гюм Ш. и др. выразили свое мнение, что Ф. Эмон и Б. Лафай первые, предложившие использовать свод в качестве покрытия, осуществив инженерные исследования распределения сил в тонких искривленных стенах, в сводах и оболочках, которые заданы линейчатыми поверхностями. Одним из первых сооружений, которое в форме гипары выполнено из железобетона считается двух консольный навес. Вылет консоли составляет 12,5 м. Навес построен в 1933 г., разработан французским инженером Б. Лафайем.

Талантливый строитель оболочек – мексиканский инженер и архитектор Феликс Кандела использовал гиперболические параболоиды - инженерные конструкции как художественное средство. Его излюбленной формой был свод. Для Национального Автономного Университета Мехико был построен павильон с крышей в форме гипара (рисунок 3). Его называют павильон «Космические

лучи». Сам Кандела называл свои конструкции из сверхтонкого бетона *cascarones*, что переводится как скорлупа. Оказалось, что строить гиперболические волнистые конструкции выгодно, чем сооружения прямолинейной формы или купольные крыши, ведь на гипары требовалось меньше бетона, и они, несмотря на свою внешнюю хрупкость, оказались более прочными[4, с.16,17], , чем кажутся за счет натяжения.

Не менее интересное сооружение спроектировал и Б. Лафай—французский математик, он разработал оболочку для павильона «Филипп»(рисунок 4), Павильон представляет собой определенный интерес с точки зрения концепции. Конструктивно павильон являлся полным новшеством той поры. Ранее никому из инженеров не представлялось возможным встречаться с конструкцией, базировавшейся на одних самонесущих гиперболических параболах. Павильон «Филипп» не имеет дополнительных поддерживающих конструкций ни внутри, ни снаружи здания». «Филипп» представляет из себя ассиметричную композицию из 12 не конгруэнтных гипаров на турах.



Рис. 3



Рис. 4

В современной архитектуре [1, с.56], так же интересуются гипарами. Например, вокзал в Астане(рисунок 5). Бюро архитектуры «Студия 44» одержало победу в международном конкурсе «Лучший проект для железнодорожного вокзала в Астане». Для крупнейшего в городе транспортного комплекса в форме громадной параболической арки, и самое зрелищное составляющее вокзала, ведь эта арка очень похожа на радугу.

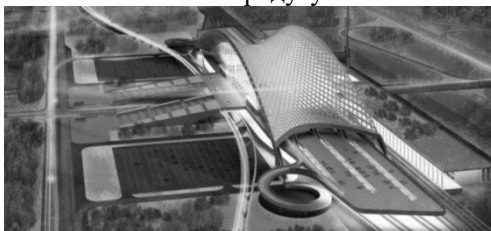


Рис. 5

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Прокопенко Д.А. «Применение оболочечных конструкций - гипар в строительстве» статья в сборнике трудов конференции информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений Материалы 18-ой Международной научно-практической конференции. 2019 Издательство: ООО "Лик" (Новочеркасск) стр. 55-58
2. Кудрявцева В.И. «о специфике изготовления и монтажа тентовых круговых шатровых оболочек отрицательной гауссовой кривизны, представленных в виде набора седловых поверхностей» статья в сборнике трудов конференции современные исследования основных направлений гуманитарных и естественных наук сборник научных трудов международной научно-теоретической конференции. Казанский кооперативный институт (филиал) АНО ОВО ЦС РФ «Российский университет кооперации». 2017. Стр. 214-217. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Печать-Сервис-XXI век" (Казань Казань, 02-03 марта 2017 г).
3. Князева М.Г. «издательство: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Санкт-Петербург). Том: 49 Номер: 11 Год: 2006 Страницы: 24-28
4. Алешина О.О. «результаты различных методов расчета подвешенного гиперболического параболоида» научная статья в журнале строительная механика инженерных конструкций и сооружений Издательство: Российский университет дружбы народов (РУДН) (Москва) Номер: 3 Год: 2016 Страницы: 14-20
5. Иванов В.Н. «Формообразование Поверхностей На Заданных Криволинейных Планах»// Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. -2017. –№3.
6. Ю.А. Дыховичный, Э.З. Жуковский «Пространственные составные конструкции» 1989г.
7. И.Е. Милейковский, А.К. Купар «Гипары, расчет проектирование пологих оболочек покрытий в форме гиперболических параболоидов» 1977г.
8. В.Н. Байков, Э. Хампе, Э. Рауэ «Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций» 1990 г.
9. Ильин В. А., Позняк Э. Г. Аналитическая геометрия. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.

АРХИТЕКТУРА И ЖИВАЯ ПРИРОДА – НЕПРЕРЫВНЫЙ ПРОЦЕСС ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

В современное время при формировании архитектурных объектов всё чаще обращаются к живой природе. При формообразовании объектов архитекторы и дизайнеры в своих работах большое внимание уделяют синтезу архитектуры и окружающей среды. Для создания оптимальной среды существования человека они все чаще находят в природе образы, необходимые для воплощения своих идей. Архитектурная бионика – это новое направление в науке открывает широкие возможности перед создателями в решении архитектурных задач, связанных с окружающей средой. В поиске функционально-оправданных архитектурных форм, отличающихся красотой и гармонией с использованием удивительных материалов живой природы. Активного участия в создании условий сохранения живой природы и гармоничного единства с архитектурой. Начало развития архитектурной бионики началось в 1960г. Архитекторы Ю. С. Лебедев и В. В. Зефельда в журнале «Советская Архитектура» опубликовали статью «Конструктивные структуры в архитектуре и в растительном мире», которая дала название архитектурно-строительной бионике, а после архитектурной бионике, давшей строительству мобильного жилья в экстремальных климатических условиях крайнего севера, зоны пустынь, высокогорья и т. д. Архитектурная бионика приобретает свою особенность в решении задач, поставленных временем в условиях научно-технического прогресса для сохранения окружающей среды.

Многие знают наш замечательный Легкоатлетический Манеж, который построен совершенно недавно. Его крыша имеет плавные линии, напоминающие волны – яркий пример бионики в строительстве. (Рис. 1)

На всем протяжении разумного существования, человек осознано или подсознательно обращался к живой природе. Концепция исторического развития бионики в архитектуре формировалась практически и теоретически, как более или менее сознательного имитирования окружающей его природе, строительной деятельности живых организмов. Рассмотрим три этапа развития данного направления в хронологическом порядке:

I этап – резкое употребление функционально-пространственных и конструктивных средств окружающей среды и последствий построек для жилища фауны.

II этап – от становления архитектуры искусством до середины XIX в.

III этап – с конца XIX в. появляется «модерн», принципы которого проявлялись в декоративных и конструктивных решениях.

Становление взглядов в теории о вопросе связи формирования архитектуры и бионики берет свое начало с давних времен: строители сооружали колонны зданий в верхней части намного уже, чем у основания. Примером послужили деревья, у которых вершине столб стройнее, чем у корней.



Рис. 1. Легкоатлетический Манеж



Рис. 2. Московский Планетарий

Метод архитектурной бионики – это механизм освоения и воплощения в жизнь зависимости архитектуры и живой природы. Так, на подобию птичьего яйца, было построено много прекрасных зданий. Примером могут служить: Планетарий в Москве (Рис. 2) и Флоренский собор Санта-Мария-дель-Фьоре, с их удивительными куполами в виде скорлупы яйца.

Основными принципами био-архитектурного моделирования являются: отображение образа объекта через геометрическое подобие; оценка свойств объекта; соблюдение форм и соотношения размеров и т. д. Гармония в этом направлении отображается в понятиях формы и функции, которые в свою очередь показывают системность и целостность.

Не мало важную роль в бионике играет симметричность, ее можно разделить на три большие группы: зеркально-тождественная симметрия, зеркальная симметрия и зеркальная асимметрия. Отсутствие в архитектуре зеркальной симметричности наблюдается очень часто.

Экологические вопросы в архитектурно-природной среде занимают одно из основных мест. На сегодняшний день принципы экологической архитектуры уже окончательно сложились: принцип сохранения энергии, принцип уважения к обитателю и месту, принцип целостности и многое другое. В градостроительстве за это борются два направления: первое – урбанизм, выступает против мелких поселений; второе – дезурбанизм, система расселения. Самым оптимальным решением является гармоничное сочетание и того, и другого. Это может выглядеть таким образом: индустриализация городов в многоэтажных конструкциях и маленькие зеленые села, а их соединяют небольшие города.



Рис. 3. Технологии производства

Архитектура очень тесно связана с технологией индустриального производства: технология способствует широкому развитию архитектурных форм, а архитектурные решения – соответствию возможностям технологии. (Рис. 3)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Палладио. Четыре книги об архитектуре. М., Академия архитектуры, 1936.
2. Э. Гоуард. Города будущего. СПб., 1911.
3. Д. Пидоу. Геометрия и искусство. М., Мир, 1979.
4. А. К. Буров. Об архитектуре. М., Госстройиздат, 1960.
5. В. И. Казаринова. Красота. Вкус. Экономика. М., Экономика, 1985.
6. А. Тропоков. Технический быт и современное искусство. М., Госиздат, 1928.
7. С. К. Саркисов. Основы архитектурной эвристики. М., Архитектура-С, 2004.

Студент 1 курса 52 группы ИСА Якимчук Н.С.

Научный руководитель – доц., канд. арх., доц. А.А. Фаткулина

ГЕОМЕТРИЯ И ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ МОСТОВ ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

"Я знаю как строить очень легкие и крепкие мосты..." - писал Леонардо да Винчи[2]. Насколько оправданы эти слова? Рассмотрим примеры его изобретений в этой сфере.

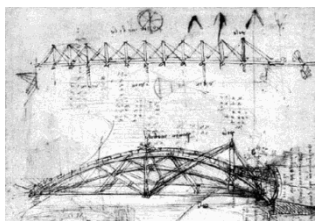


Рис. 1 Эскизы подвесного и вращающегося мостов

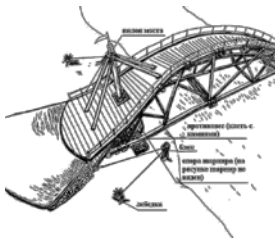


Рис.2 Схема вращающегося моста

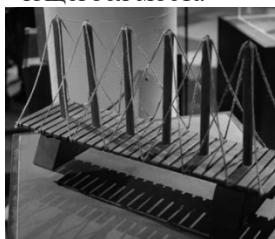


Рис. 3 Макет подвесного моста

наммоста, соединяющего берега залива "Золотой рог",

Первый пример – это вращающийся мост. Он представляет собой подобие двух арочных ферм, расположенных почти параллельно, соединенных между собой и накрытых поперечными досками мостовой. Один конец моста шарнирно закреплен на берегу внизу вертикального столба, вокруг которого он вращается. Две лебедки, расположенные по бокам основания моста на некотором расстоянии, позволяли поворачивать мост, перебрасывая его таким образом на другой берег. Чтобы мост под своим весом при переносе не рухнул в воду, гениальный изобретатель в основании моста возле столба предусмотрел груз, который являлся противовесом и также позволял слегка приподнять противоположный конец при движении [1]. Подобную схему можно наблюдать сейчас в строительных кранах.

Второй пример – это подвесной мост. Я считаю, данный мост является прообразом современных пространственных ферм на основе треугольника и подвесных мостов на растяжках. Леонардо использовал свойство треугольника как неизменяемой фигуры, положив его в основу своего изобретения.

Рассмотрим проект моста через "Золотой рог". Изобретатель предлагал турецкому султану проект гигантского по тем време-

под которым могут проплывать парусные суда [4]. Это мост, имеющий один пролет и состоящий из 5 арок, силы которых гасят друг друга. Его длина—350 м, ширина – 24 м, высота—40 м. Проанализировав силы, действующие в обычной арке, Леонардо придумал конструкцию, геометрия которой позволяет сложить и компенсировать эти силы, создавая при этом мост, чьи размеры, несущая способность и, в особенности, устойчивость к раскачиванию многократно превысили возможности обычной арки.

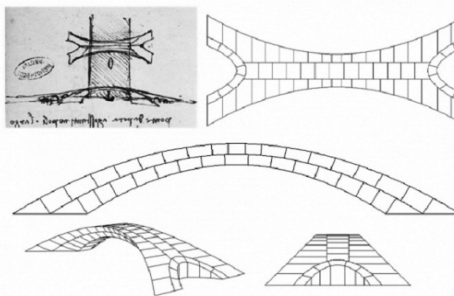


Рис.4 Рисунок Леонардо и современная реконструкция моста «Золотой рог»

В 2001 году над автострадой в Норвегии построили пешеходную копию этого моста. Мост создан из трех арок, но в целом повторяет идею Леонардо, хоть и сделан из древесины и меньше в 3,5 раза. Специалисты Массачусетского Технологического Института также доказали возможность сооружения моста во времена Да Винчи.

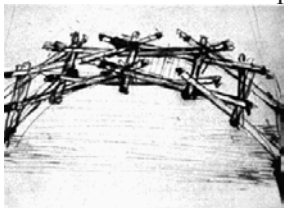


Рис.5 Эскиз бревенчатого моста Леонардо Да Винчи

Следующий пример – это плетеный мост (самоподдерживающийся) [5]. Он создавался из как будто переплетенных и связанных между собой бревен. В итоге получались две арки (однако конструктивно с классическими типами арок они не имеют ничего схожего). Это система из углов последовательно наложенных друг на друга, когда сторона одного угла становится основанием треугольника, образуемого следующим углом. Под своим весом этот мост образует жесткую неизменяемую конструкцию. Нагрузка распределяется за счёт взаимного распираения и давления бревен друг на друга. Каждый элемент держится на соседних, а через крайние, на которые опирается мост, нагрузка передается на грунт. В результате он выдерживает неожиданно большой вес.

Схема данного моста была не совсем новаторской: еще раньше, в Древнем Китае, были похожие пешеходные мосты - только состояли они из нескольких вплотную расположенных арок, что делало их еще более надежными. Но до Италии данная идея не дошла.

Проведя исследование (построив компьютерную модель), я выяснил следующее: если брать бревна длиной 6м (поперечные 3м) диаметром 0,2м, делать врубку на 1/3 диаметра бревна, то сделав арки всего из пяти бревен каждая, мост будет 15.5 м . При этом опорные бревна, угол наклона которых наибольший, составляет всего 23^0 к горизонтальной-поверхности. Это значит, что такой мост легко перекроет реку средней ширины, к тому же он получается достаточно пологим, следовательно, и постройки ему не нужны.

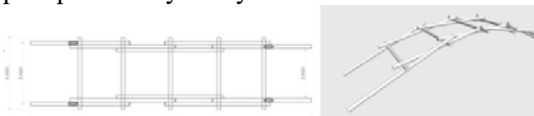


Рис.6 Компьютерная модель моста

В процессе же изготовления макета, я заметил, что, хотя мост выдерживает значительную вертикальную

нагрузку, он очень неустойчив к боковому воздействию и, если не связывать бревна между собой (как планировал Леонардо), мост легко рассыпается даже при незначительном толчке сбоку. А собрать его, не сделав пропилов, мне вообще не удалось: площадь соприкосновения двух цилиндров ничтожно мала, для того чтобы сила трения могла стабилизировать конструкцию в процессе монтажа.

Таким образом, даже для 15 века, конструкции мостов Леонардо да Винчи были вполне реализуемы при условии соблюдения технологий их возведения. Разнообразие рассмотренных конструктивных решений мостов обусловлено особенностями поставленных перед автором задач, а высокая степень их надёжности связана с их геометрией и правильным пониманием работы конструкции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 1.Алферова М. В. Леонардо да Винчи. Настоящая история гения. – М.: АСТ, 2015
- 2 2.Дживелегов А. Леонардо да Винч. - М.: «Искусство», 2009 – 340 с.
- 3 3.Джорджо Вазари Жизнеописание Леонардо да Винчи. – М.: Аксмо, 2005. – 640 с.
- 4 4.Уоллэйс Роберт Мир Леонардо.1452-1519/ Пер. с англ. М.Карасевой. – М.:ТЕРРА, 1997 – 192 с., ил.
5. Филиппов М.М. Леонардо да Винчи как художник, ученый и философ /Леонардо да Винчи. Микеланджело. Рафаэль. Рембрандт. Александр Иванов: Биогр. повествования/Сост., общ.ред. Н.Ф. Болдырева.- Челябинск: «Урал LTD», 1998.

Студент 2 курса 7 группы ИГЭС Яночкин М.И.

Научный руководитель - доц., канд. техн. наук А.В. Иващенко

КОМПЬЮТЕРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЕКТИВНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ В ЧЕТЫРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Рассмотрим в данной статье конфигурацию Дезарга [1,2,3], перенесенные в четырехмерное пространство. В проективной геометрии конфигурация Дезарга (103) является основополагающей. Она интересна тем, что открывает закономерности конфигураций высших размерностей и свойства проективных преобразований, на плоскости может быть изображена двумя треугольниками, находящимися одновременно в центральной и осевой перспективе, что позволяет исследовать и применять конфигурацию в рамках курса начертательной геометрии. Существуют как трехмерный так и четырехмерный ее варианты.

В четырехмерном пространстве [5] конфигурация представляет собой пятигранник или пятичейник (правильный симплекс). Продолжив ребра пятичейника прямыми и каждый треугольник грани до плоскости, заметим, что каждая прямая пересекает трехмерную гиперплоскость, не содержащую этих прямых, в точке, а каждая плоскость пересекает гиперплоскость по прямой. Совокупность десяти точек и прямых представляют собой конфигурацию Дезарга.

В действительности, конфигурацию Дезарга в четырехмерном пространстве нельзя построить пользуясь принципом двойственности, однако трехмерный аналог конфигурации представляет собой (по формуле конфигурации: $ry=g\pi$) полный пятигранник, состоящий из 5 плоскостей, каждая из которых имеет 6 точек конфигурации ($10 \cdot 3 = 5 \cdot 6$). Рассмотрим теперь четырехмерный аналог.

Воспользуемся методом проекций. Работая с симплексом, мы можем рассмотреть четыре трехмерные проекции, на каждой из которых будем наблюдать трехмерный полный пятигранник. Если же выбрать такую систему точек, в которой проекции полного пятигранника на координатные плоскости будут составлять конфигурации Дезарга, то представляется возможным исследовать двухмерное проектирование, т.е. 6 плоскостей проекций XY, XZ, XW, YZ, YW, ZW



Рис.1 Проекция конфигурации Дезарга на систему координат XYZ

Пользуясь прямоугольной Декартовой системой координат, построим четыре трехмерные проекции: XYZ, XYW, XWZ, WYZ. Алгоритм построения каждой из трехмерных проекций:

Точка 1 свободная, имеет три пространственные координаты X, Y, Z, точка 2 не должна совпадать с точкой 1, точка 3 должна удовлетворять условию принадлежности прямой 12:

$$\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_3 - X_1 & Y_3 - Y_1 \end{vmatrix} \neq 0 \quad \text{или} \quad \begin{vmatrix} X_1 Y_1 & 1 \\ X_2 Y_2 & 1 \\ X_3 Y_3 & 1 \end{vmatrix} \neq 0$$

Точка 4 не должна принадлежать плоскости 123; точка 5 принадлежит прямой 12, т.е.

$$\begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 & Z_2 - Z_1 \\ X_3 - X_1 & Y_3 - Y_1 & Z_3 - Z_1 \\ X_4 - X_1 & Y_4 - Y_1 & Z_4 - Z_1 \end{vmatrix} \neq 0 \quad ; \quad \begin{vmatrix} X_2 - X_1 & Y_2 - Y_1 \\ X_5 - X_1 & Y_5 - Y_1 \end{vmatrix} = 0$$

Точка 6 принадлежит прямой 13, однако прямые 23 и 56 не должны быть параллельны друг другу. Прямая задается с помощью двух точек. В уравнении прямой по двум точкам знаменатели являются числами, характерным направляющим векторам m, n, p канонического уравнения прямой, следовательно, условие не параллельности прямых можно про- выреть выражением:

$$\frac{X-X_5}{X_6-X_5} = \frac{Y-Y_5}{Y_6-Y_5} = \frac{Z-Z_5}{Z_5-Z_6}; \quad \frac{X_3-X_2}{X_6-X_5} \neq \frac{Y_3-Y_2}{Y_6-Y_5} \neq \frac{Z_3-Z_2}{Z_5-Z_6}$$

Аналогичным образом задаем точку 7 на прямой 14 и проверяем на условие параллельности уже пары прямых: 67 и 43; 57 и 24.

Последняя инцидентность выполняется сама собой, следовательно, продолжив прямые 56, 67 и 57 до пересечений с соответствующими гранями тетраэдра получим три точки 8, 9 и 10 на одной прямой.

Построение проекции XYW заключается в добавлении к известным координатам десяти точек на плоскости проекции XY новой координаты W таким образом, чтобы на трехмерной проекции также получался полный пятигранник. Координаты Z точек и новые координаты W должны в проекции на координатную плоскость WZ составлять конфигурацию Дезарга в двухмерном варианте. Проекции XWZ и WYZ конфигурации являются полными пятигранниками.

Построение конфигурации Дезарга с помощью прямых (Рис.1, б):

Вначале строим тройку прямых 1, 2 и 3, пересекающихся в одной точке. Затем - две пары прямых 4,5 и 6,7 имеющих общее начало в двух не совпадающих точках на прямой 1, причем соответствующие прямые 4,6 и 5,7 не должны быть параллельны друг другу. Последняя инцидентность выполняется сама собой, то есть прямые 8,9; 4,6 и 5,7 пересекаются в трех точках, принадлежащих прямой 10.

В четырехмерном пространстве уравнение прямой содержит четвертую переменную W , необходимо задать такую систему прямых, которая удовлетворяет трехмерным проекциям XYZ , XYW , XWZ , WYZ .

Описание построений конфигураций приводит нас к выводу, что не каждая точка конфигурации обладает одинаковой степенью свободы. Минимальная степень свободы принадлежит точкам 8, 9, 10. Точки 5, 6, 7 могут перемещаться относительно граней тетраэдра трехмерной проекции. Точки 2, 3, 4 обладают максимальной степенью свободы, т.к. могут перемещаться в рамках трехмерного пространства, удовлетворяя ограничениям, соответствующим вершинам тетраэдра. Следует также сказать, что точкой Дезарга может являться каждая из 10 точек.

Аппарат построения конфигурации Дезарга позволяет найти алгоритм проектирования конфигураций высших размерностей. Известно, что конфигурация Дезарга состоит из нескольких четырехсторонников, состоящих из треугольников на плоскости. Следовательно, можно определить двухмерную конфигурацию, придать точкам третьи координаты и вывести их в пространство, основываясь на том, что четырехсторонник это проекция тетраэдра на данную плоскость. Достраивая конфигурацию Дезарга в добавлении к существующей на плоскости и выводя ее на гиперпространство, получаем метод построения проекций четырехмерной конфигурации.

Программа визуализации проекций многомерных конфигураций написана на языке программирования DELPHI [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гильберт Д., Кон-Фоссен С.* Наглядная геометрия, М., 1936. — С. 119–128.
2. *Barnes John.* Gems of Geometry. — Springer, 2012. — С.95–97.
3. Математическая энциклопедия в 5 томах. Под редакцией Виноградова, М., 1974
4. *А.Я.Архангельский.* Программирование в DELPHI, "Бином", Москва, 2003
5. *П.В. Филиппов.* Начертательная геометрия многомерного пространства и ее приложения. М., 2016.

СЕКЦИЯ НАУЧНЫХ ОСНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Студент 3 курса 4 группы ИГЭС Аверьянова. А.С.,

Студент 3 курса 4 группы ИГЭС Степанов К.В.

Научный руководитель – ст.преп. Е.А. Дорожкина

ЭСТЕТИКА ФАСАДОВ КРУПНОПАНЕЛЬНЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

В настоящее время одним из актуальных вопросов строительства является эстетическая составляющая городской застройки. Индустриализация строительного производства связана с вопросами унификации [1], которая имеет как преимущества, так и недостатки. К достоинствам можно отнести простоту, высокую скорость возведения, экономичность. Индустриальное строительство принято называть массовым или типовым. Такая характеристика связана с однотипными решениями, в том числе и в решении фасадов. Последнее можно отнести к недостаткам, так как отсутствие разнообразия форм и конфигураций оказывает негативное влияние на человеческую психику [2, 3].

К наружным конструкциям многоэтажных зданий предъявляется комплекс требований, среди которых особое значение имеют прочность, долговечность [4], энергоэффективность, дизайн. В виду этого рассмотрим наиболее распространенные решения, а также оценим их в эстетическом аспекте.

Наиболее распространенными решениями в крупнопанельном строительстве являются однослойные, двухслойные и трехслойные типы наружных стеновых панелей различных видов статической работы.

Основным типом *однослойной* панели в московском полносборном строительстве служит панель из ячеистого бетона плотностью 600-700 кг/м³. Толщина панелей из ячеистого бетона зависит от климатических условий и с конструктивной точки зрения принимается в пределах 240-320 мм., что недостаточно для обеспечения требований энергоэффективности.

Традиционное решение *двухслойной* панели представляет собой несущий слой из легкого или тяжелого бетона класса В10-В15 плотностью более 1000 кг/м³ и утепляющего слоя — из легкого бетона или жестких теплоизоляционных плит.

Наиболее перспективным является решение с применением эффективного утеплителя, расположенного между бетонными шпонками, которые выполняют функцию ребер жесткости.

При таком решении наружная стеновая панель фактически представляет собой навесную конструкцию, внутренний слой которой может быть выполнен в виде кладки из газобетона. Таким образом, с позиции энергоэффективности это решение является наиболее перспективным, что определяется как свойствами строительных материалов, так и возможностью обслуживания и ремонта конструкции.

Трехслойные панели на сегодняшний день являются наиболее распространенным решением. Они состоят из двух тонких железобетонных плит и эффективного теплоизоляционного слоя, укладываемого между ними с применением жестких или гибких (дискретных) связей.

Таким образом, наиболее целесообразным является выполнение наружной конструкции из двух- или трехслойных стеновых панелей.

С эстетической точки зрения большое значение имеет качество отделки наружного слоя панели [5]. При этом дизайнерское решение можно реализовать как с помощью колористического решения, так применением различных материалов. Традиционно наружные стеновые панели окрашивались, оштукатуривались или отделывались мелкой плиткой.

Рассматривая современные тенденции, можно выделить следующие направления в отделке:

- применение декоративной штукатурки;
- применение нетрадиционных для панельного строительства материалов;
- комбинации решений.

В качестве нетрадиционного материала для фасадов панельных зданий может быть рассмотрен кирпич. Фактически при таком решении кирпич замоноличивают в незастывшем бетоне, при этом образуя тот или иной рисунок или требуемые объемные элементы фасада. Традиционно, для несущих элементов применяется горизонтальный раскладка. При применении кирпича в качестве отделочного материала варианты раскладки могут быть различны (горизонтальная, вертикальная, с перевязкой или без нее), как и тип самого кирпича, в том числе глазурованный кирпич. Современные технологии позволяют производить кирпич различных оттенков, что немало важно при реализации архитектурной концепции. Примеры решения фасадов крупнопанельных зданий с применением кирпичной кладки приведены на рисунке 1.

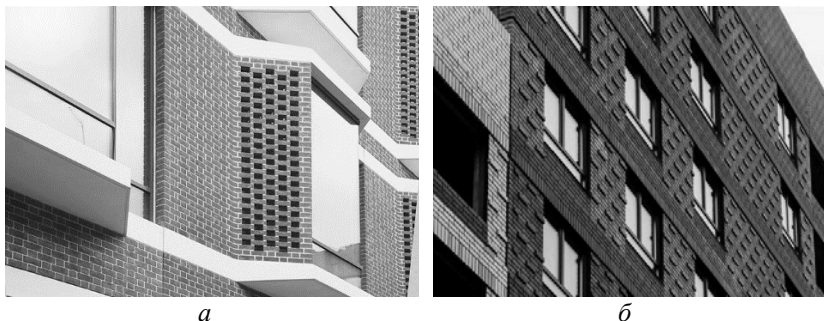


Рис. 1. Примеры фасадов зданий из крупноразмерных элементов:
 а) колледж UCLH, Лондон,
 б) жилой квартал «Академика Павлова», Москва

В целом, отделка фасада не оказывает влияния на энергоэффективность, при этом необходимо учитывать конструкцию самой стеновой панели. Однако, современные конструктивные решения сборных наружных конструкций имеют огромное значение для реализации дизайнерских решений при отделке фасада зданий из крупноразмерных элементов заводской готовности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Pastukhov A.V., Dorozhkina E.A., Leskovskii I.P.* Product lifecycle vanagement concept in modern industry // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019". - 2019. - С. 42075.
2. *Понов А.В.* Психологические особенности архитектурного формирования жилища студенческой молодежи // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2019. - № 2 (26). - С. 95-102.
3. *Дорожкина Е.А.* Сложные формы архитектуры в аспекте фито-экологизации среды // В сборнике: Строительство - формирование среды жизнедеятельности. - 2016. - С. 74-77.
4. *Dorozhkina E.* Defects of building structures for landscaping // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. - С. 012059.
5. *Нагрузова Л.П., Савекин Е.С.* Инновации отделки крупнопанельных зданий с применением декоративных ковров // В сборнике: Актуальные вопросы науки и техники. – 2016. – С. 111-113.

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УНИКАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Человечество на протяжении всего существования стремилось к новым открытиям, которые могли бы перевернуть мир. Так с развитием научно - технического прогресса появилось возможность строительства высотных зданий, которые сегодня демонстрируют величие и богатство страны, является символом процветания и успеха.

Строительства небоскребов началось в США в конце 19 века. В числе первых - построенное в 1885 году здание "The Home Insurance Building" высотой 42 метра в г. Чикаго, просуществовавшее до 1931 года. Архитектором Уильям Ле Барон Дженни впервые была использована технология несущего стального каркаса.

Изобретение подъемников - "лифтов" Элишем Отисом, создание системы кондиционирования, противостояние ветровой нагрузке, повышение сейсмостойкости, улучшение водных напорных насосов и уменьшение сроков строительства - этапы, через которые пришлось пройти, чтобы мы могли сейчас восхищаться самыми высокими зданиями мира.

Сегодня лидирующими странами мира по высотному строительству можно назвать Китай, США, ОАЭ, Япония, Республика Корея.



Рис.1. "Burj Khalifa" в Дубае.
Высота 828 м.



Рис.2. План Дворца Советов.
Начало 1930

Самым высоким зданием в мире является "Burj Khalifa" в Дубае. Его высота 828 м. Асимметричная форма здания уменьшает силовые воздействия ветра. Тонированные стеклянные термоматериалы, уменьшают

нагрев помещений, что уменьшает необходимость в кондиционировании. Форма небоскреба, состоящая из врезанных друг в друга цилиндров, напоминает гигантский сталагмит, а если посмотреть на план сверху, можно увидеть трёхлучевую звезду. Вдохновением был цветок гименокаллис — который имеет длинные лепестки, расходящиеся от центра. В данном примере архитекторы использовали принцип природного формообразования.

В России идея строительства высотного здания совпала с годом основания СССР. В честь появления союзного государства было решено возвести в Москве грандиозный Дворец Советов. Дворец имел ступенчатую форму, а завершающей точкой была скульптура Ленина. Общая высота планировалась 415 метров, что на тот момент стало бы самым высоким зданием в мире. Возведение было прервано войной и в дальнейшем проект так и не был реализован. Однако 7 всеми известных “Сталинских высоток” до сих пор радуют глаз москвичам и гостям столицы, являясь ее символами. Все высотки выполнены в стиле сталинский ампи́р.

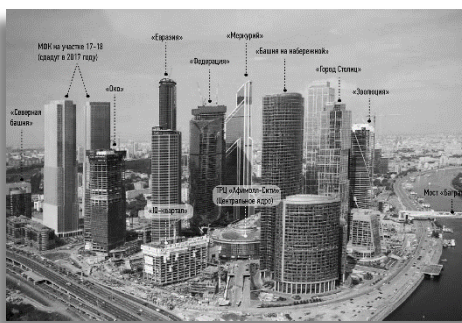


Рис.3. Международный бизнес -центр “Москва - Сити”

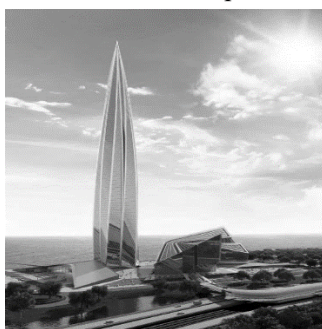


Рис.4. “Лакхта - Центр” в Санкт-Петербурге

В настоящее время строительство уникальных зданий в России набирает популярность, опережая другие европейские страны. Состоящий из 19 башен, Международный деловой центр “Москва - Сити” является визитной карточкой столицы.

Необычная по своей форме башня “Эволюция” высотой 255 м. имеет поворот 3° через каждый этаж. Так здание получилось закручено более чем на 150°, а отражение в витражах перевернутым на 90°. Форма спирали стала проекцией символа инь янь, символизирующая танцующую пару. Подобного вида здания появились сравнительно недавно, и привлекают к себе особое внимание.

Так в их число в 2019 году вошел комплекс “Лакхта - Центр” в Санкт-Петербурге. 87 - этажный небоскреб, закручивающийся на 89° от

основания до вершины в соответствии со сложной геометрией был сертифицирован на LEED Platinum.

В концепцию вошли основные мотивы Петербурга. Одинокий шпиль в горизонтальном ландшафте, который можно увидеть в центре города у Петропавловского собора, и наклонные здания стилобатной части, символизирующие корпус корабля.

Инновационная система холодногнутого остекления сделала фасадную поверхность визуально целой и непрерывной, всего использовалось 16595 модулей, 70% из которых отличаются друг от друга. Фасадная оболочка разделена на однониточные и двухниточные зоны, это позволяет снижать теплопотери зимой и даже накапливать тепло за счет парникового эффекта внутри т.н. в буферных зонах. Сложность в обслуживании была устранена разработкой уникальной системой грузоподъемных механизмов, представляющей собой рельсовые пути. А применение BIM - технологий упростило и ускорило процесс строительства.

Архитекторы черпают вдохновение как из природы и ее обитателей, так и из исторических особенностей городов и политических мотивов. Высотное строительство с каждым годом набирает популярность и перспективы. Внедрение современных технологий позволяет этому направлению выходить на новый уровень, а разнообразие форм привлекать все большее внимание людей. Так, в ближайшем будущем мы будем наблюдать новые высотные рекорды, которые станут одним из основных показателей развития страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Добренькая М.В.* “Сталинские высотки” на фотографиях: возведение и бытование в свете идеологии. Журнал вестник РГГУ. Серия: Литературоведение. Языкознание. Культурология 2013 ВАК
2. *Куаныш И.М.* Развитие небоскребов и применяемые к ним инновации // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11.
3. *Иванова К.* “Лахта-Центр. 462 метра над землей”// Tall Buildings 4/18-1/19 // С. 121-165
4. *Коновалова Н.* “Проект главного здания страны. Дворец Советов”// Tall Buildings 4/18-1/19 // С. 94-101
5. *Е.Ю. Витюк, Ж.Э. Уморина.* Природные технологии как новый принцип формообразования в архитектуре // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. Т. 20. №4 С 55-64

Студентка 3 курса 16 группы института ИСА Ахметзянова Д. Р.
Студентка 3 курса 16 группы института ИСА Прищепина А. А.
Научный руководитель – доц. Дмитриев А. С.

ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЮДСКИХ ПОТОКОВ В ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛАХ ТИПА «МЦК-ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА»

В темпе большого города огромную роль играет комфорт и скорость перемещения из одного пункта в другой. Зачастую пересадки отнимают большое количество времени и энергии у пассажиров, особенно при интенсивном человеко-потоке в «часпик». Авторы попытались исследовать какой формат пересадок был бы более удобен для человека. Для разных социальных групп населения критерии удобства перемещения могут быть различными. Но при этом существуют факторы, равнозначные для всех, такие как время, расстояние, защищенность от осадков.

Транспортно-пересадочные узлы всегда являлись ключевыми связывающими элементами транспортной системы крупных городов, в которых между различными видами транспорта происходит обмен пассажиропотоками и перераспределение пассажиропотоков по окружающей инфраструктуре. На основе этого сформировалась шкала критериев для оценки комфортности пересадки, которая основана на аналитике движения людских потоков. В ней подробно рассмотрены отдельные составляющие комфортности пешеходного движения.

Таким образом, фактор времени становится основно-полагающим при выборе маршрута движения, а также протяженности пути передвижения и определения жизнеспособности пешеходной сети.

Энергетические затраты заключаются в минимизации нагрузок на человеческий организм в процессе передвижения между точками пересадки. Это выражается в затратах энергии на преодоление отдельных элементов пути и всего пути в целом.

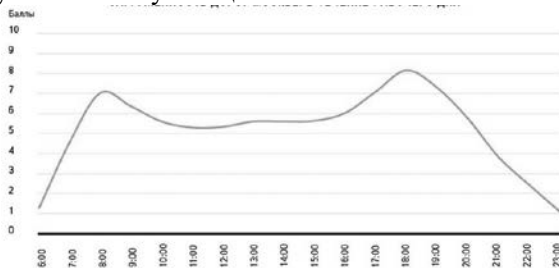


Рис.1. График загрузки станций в течении рабочего дня

Наибольшая загруженность пересадочных узлов показана на графике. Очевидно, что наиболее интенсивный пассажиропоток наблюдается в промежутки времени между 7-9 утра и 6-8 вечера.

Большинство платформ МЦК работают в режиме транспортно-пересадочных узлов. После строительства новых участков метрополитена и переноса ряда железнодорожных платформ ближе к МКЖД стали возможны 10 пересадок на 10 (из 11) радиальных направлений железной дороги. С запуском движения по кольцу у пассажиров появилось более трехсот возможных вариантов пересадок при перемещении по городу, что позволит уменьшить нагрузку на метрополитен и центральную часть Москвы.

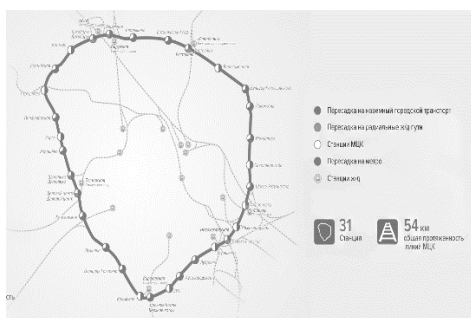


Рис.2. Схема пересечения МЦК и железных дорог в Москве

На данный момент открыта 31 станция МЦК. Сейчас можно сделать **20 пересадок на станции метро и семь — на пригородные электрички**. На это уходит не более 10–12 минут. Самые **короткие и комфортные пересадки** не требуют выхода на улицу — это переходы в теплых контурах со станций метро, таких как «Международная», «Ленинский проспект», «Черкизовская», «Владыкино» и «Кутузовская».

В качестве примера было рассмотрено ярославское направление, так как оно одно из важнейших, ведь практически четверть всех пассажиров пригородных электричек пользуются им. Это направление сегодня перегружено. И возможность полной интеграции с МЦК — это возможность всех жителей, которые живут рядом с этой веткой железной дороги, пользоваться МЦК. Пересадочный узел «Северянин — Ростокино» стал частью проекта интеграции МЦК с радиальными направлениями железной дороги. Данный узел обеспечивает комфортную пересадку пассажиров с ярославского направления железной дороги на Московское центральное кольцо (МЦК).

Благодаря тому, что значительная часть пассажиров будет отдавать предпочтение пересадке на МЦК, нагрузка на Ярославский вокзал

снизиться на восемь процентов, на станции «Комсомольская» Сокольнической и Кольцевой линий — на пять процентов.

Выявление качественной и количественной оценки процесса движения людских потоков на любой стадии проектировании системы путей движения, а также правильной организации движения пассажиропотоков на территории необходимо для комфортного пользования людьми общественного транспорта. Рассматривая интеграцию пересадочного узла Ростокино-Северянин, становится очевидна важность правильной организации пересадки пассажиров, то есть соблюдение всех критериев комфортности: удобство, безопасность и количество затраченной энергии человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Дмитриев А.С.* Формирование критериев комфортности пешеходного движения в транспортно-пересадочных узлах; ФГБОУ ВО МГСУ; 02.07.2013
2. *Власов Д.Н.* Транспортно-пересадные узлы крупнейшего города (на примере Москвы). М.: МГСУ, АСВ, 2009. 96 с.
3. *Дмитриев А.С.* Людские потоки в транспортно-пересадочных узлах// Промышленное гражданское строительство. 2017.№4. С.15-18
4. *Азаренкова З. В.* Транспортно-пересадочные узлы в планировке городов // монография, М. 2011- 93с.
5. *Холщевников В.В.* Новые исследования движения людских потоков в России // ФГБОУ ВО МГСУ: 2015.

Студентка 3-го курса 15 группы ИСА Билонда Трезубова Е.

Студент 3-го курса 17 группы ИСА Савин И.М.

Научный руководитель – Дмитриев А.С.

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ ЗАКРУЧЕННЫХ ВОКРУГ СОБСТВЕННОЙ ОСИ

Возведение высотных зданий и сооружений является показателем современного строительства, а также является показателем экономического роста страны. Они весьма востребованы для обеспечения жильем многих людей. В 1885 году первое высотное кирпичное здание было возведено в городе Чикаго «Хоум Иншуранс Билдинг». Количество этажей данного здания не превышало 10, а высота не превышала 42 метров высоты. Но данное здание имело и свои недостатки, такие как отсутствие лифтов и в использовании кирпича для несущего каркаса, толщина которого могла превысить 1 и более метров. Таким образом, использование кирпича было неперспективным, так как при возведении зданий с большей этажностью необходимо увеличить толщину стен, что приводит к расходу ресурсов. Тогда для возведения высотных башен перешли на систему каркаса с применением металлосталя для несущей конструкции. Именно с этого момента началось обильное строительство высотных зданий - небоскребов. В 1931 г. было возведено с применением стального рамного каркаса здание «Эмпайр Стейт Билдинг», имеющее 102 этажа и высоту 448 метров [1]. Башни-близнецы были построены в 1973 году с применением жесткой колонны из металлов полый трубы. Высота данного высотного здания составляло 110 этажей, причем высота северной башни достигала 526,3 м, в то время, как высота южной башни составляла 415 метров. Перекрытия были выполнены из бетонных плит, обладающих большой прочностью. Построенный небоскреб в 2009 году в городе Чикаго высотой 356,6 метров из прочного железобетона - Международный отель Башня Трампа [1]. В конце 20 в. возведение небоскребов начало развиваться в результате экономического скачка в странах Азии. Самые высокие небоскребы, расположенных в азиатских странах являются «Бурдж-Хали-фа», построенный в Дубае и «Шанхайская Башня», построенный в Шанхае, построенный в 2015 году. Высота составляла 632 м., и форма данного объекта была подобно закрученной пирамиды с круглыми гранями, обеспечивающие снижение воздействия ветра на 25%. Каркас выполнен из прочного монолитного жб и колон [1]. 2 Высотная башня в Дубае «Бурдж-Хали-фа», возведенный в 2010 г. и по сей день является самым высоким небоскребом в мире. Высота небоскреба

достигает 826 метров, каркас выполнен из высокопрочного железобетона. Здание разделено на секции, которые способствуют отклонения ветра.

В России так же обильно развивается строительство небоскребов - опираясь на зарубежный опыт строительства, следует обратить внимание на ошибки и недочеты при возведении высотных зданий и сооружений.

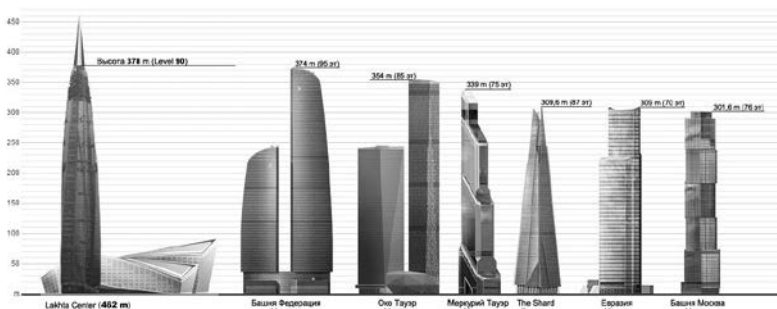


Рис. 1. Высотки мира

Так, например, по окончании Великой Отечественной войны был запланирован проект, направленный, на постройку так называемых «сталинских высоток». Данные здания считались великим инженерным решением, так как не уступали аналогам в других странах. Поэтому сталинские высотки считаются уникальными и по сей день, как комфортабельные жилые и общественные здания, с преобладание вертикальных размеров.



Рис. 2. Сталинские высотки

В последующие годы это дало большой толчок развитию строительства высотных зданий в России. Первые планы создания в Москве большого комплекса небоскребов появились в 1991 году. Было вынесено предложение о создании бизнес-квартала международного образца, которое расширяет свои масштабы и по сей день. Так, например, в 2015 году закончилась строительство самой необычного и знакового небоскреба, башни Эволюция. Внешне она напоминает молекулу ДНК. Две

ленты противоположных фасадов закручиваются и плавно объединяются в металлической конструкции над кровлей, символизируя эволюционную спираль. Эксплуатируемая кровля башни призвана стать первой общедоступной обзорной площадкой и предоставить городу дополнительно 2 000 кв. м. благоустроенной территории под видовую террасу и озеленение. Башня поворачивается вокруг своей оси более, чем на 150 градусов (каждый из пятидесяти этажей поворачивается на 3 градуса относительно нижележащего).



Рис.3. Башня «Эволюция».

Строительство высотных зданий очень важное и перспективное направление для современной России, многие панельные дома похожие на застрявших во времени стариков, уходят в прошлое. Архитекторы делают ставку на высотные здания. На данный момент в нашей стране насчитывается 101 небоскреб высотой более 100 метров, что даёт возможность развиваться в небоскрёбостроении. Но, в настоящее время высотное строительство только начинает свое развитие, особенно это касается крупных мегаполисов, где наблюдается дефицит ликвидных площадей и стоимость земли постоянно увеличивается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генералов В. П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб. пособие // Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2009. – 296 с.
2. Травуш В.И. Цифровые технологии в строительстве// СТРОИТЕЛЬНЫЕ НАУКИ - РААСН, Москва// <https://cutt.ly/Mr8SAYe>
3. Лавриненко А. С.// The Village. Москва, где мы живём // Эксмо, 2018 – 240 с.
4. Галкин Д.С.// В тени сталинских высоток. Исповедь архитектора // Грифон – Москва, 2015. – 528 с.
5. Джанпаола С.// Самые удивительные небоскребы мира // изд АСТ, 2008. – 216 с.

СОВРЕМЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ

Актуальность

Преобразования в общественной жизни, происходящие во всем мире, существенно меняют объективные условия получения знаний подрастающих поколений, что требует новых подходов в процессе воспитания молодежи и должно быть отражено в новых подходах к формированию образовательной среды и, в частности, в проектировании школьных зданий.

Между тем, вопросы модернизации школьных зданий в условиях государства с полиэтническим населением и нестабильной демографией, имеют свою специфику, обусловленную режимом функционирования школ, особенностями демографических показателей, градостроительных, социальных и экономических условий территории, что выдвигает ряд проблем.

Анализ проектов и типологическая характеристика школ

По предварительным исследованиям и статистическим данным наиболее массовыми являются здания общеобразовательных школ типов МЮ , 65 -426 /1 , V - 76 , И-1605 А, И-1577А. Проектная вместимость этих школ не соответствует современной расчетной в связи со снижением нормативной наполняемости классов и ростом нормы расчетной и общей площади на одного учащегося.

Школы по проекту Степановой



Рис.1 Школа Степановой по проекту 1949 года.



Рис.2 Школа V-76

Первая типовая школа — это проект архитектора Л.А. Степановой, созданный в 1939 году (Рис.1).

Основным значительным недостатком данного проекта был тесный коридор, шириной всего 3,2 метра. Освещали его два окна в торцах здания, что было недостаточным, т.к. его длина составляла почти 5 метров.

Школы серии Т2

К 1951 году школы Степановой перестают строить, на их место приходит серия Т2. Главное отличие этой школы - она панельная. Ежегодно в Москве строили около 15 школ серии Т2. Впрочем, в 1955 году серия Т2 тоже сходит с арены, её место занимает новая МЮ.

Школы серии МЮ

МЮ, она же МС, была придумана архитекторами А.М. Степановым и И.А. Чекалиным. Буква "М" означает Моспроект, а "Ю" и "С" - это сторона света, на которую выходит главный фасад, север либо юг.

Типовой проект школы МЮ разработан в 1957 году. Здание крупноблочное, пятиэтажное, компактное в плане. В здании изначально не проектировался спортзал.

Проект V-76

В 1976 году утверждён проект V-76, эта школа представляет собой квадрат, который образуют четыре соединённых между собой корпуса (Рис.2).

Недостатком плана V-76 является внутренний двор между корпусами, это пространство невозможно никак использовать, оно оказалось совершенно неэффективным.

Анализ зарубежного опыта проектирования, строительства и эксплуатации школьных зданий.

Применение различных методов и приемов организации функционально-планировочных решений во многом обусловлены климатическими условиями, культурными и национальными традициями, экономикой и социальными аспектами каждой страны.

«Зеленая школа», Париж, Франция, 2014 (Рис.3).

Здание школы имеет множество уровней, которые украшает зеленая крыша. Главной отличительной чертой проекта стала разноуровневая стена из сборных железобетонных блоков, различных по размеру и глубине.

Главной целью проекта является привлечение внимания подрастающего поколения к проблемам окружающей среды и обогащение их багажа знаний о флоре и фауне нашей планеты.



Рис.3 «Зеленая школа», Париж, Франция, 2014

Примеры индивидуальных (негиповых) проектов школ в России

Школа-интернат в Кожухово, город Москва, для детей-сирот, имеющих отклонения в психическом развитии.

Здание состоит из пяти корпусов, которые связаны между собой стеклянной галереей). Такая необычная композиция здания связана прежде всего с инсоляцией – стремление наполнить здание солнечным светом.

Практическими решениями по совершенствованию инженерно-конструктивного решения архитектуры школьного здания могут быть:

- дифференциация конструкций здания на изменяемые и неизменяемые, что позволяет проектировать более гибкие объемно-планировочные структуры школьных зданий и способствует увеличению срока эксплуатации школы;

- применение конструктивной каркасной системы с широким шагом колонн, позволит менять конфигурацию внутреннего пространства, не нарушая ее конструктивной целостности;

- применение трансформируемых перегородок, позволяющих организовывать универсальные пространства и менять их функциональное назначение в случае необходимости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рогачёв А. В.* В московских мы учились школах //Новые сорок сороков. М.: МИРОС, 2001. 192с.
2. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения
3. *С.А. Бурмистрова* Рекомендации по проектированию нового поколения блоков-пристроек к существующим зданиям общеобразовательных школ от 24.12.03 N 52. Правительство Москвы Москомархитектура. 200. 25с.
4. *Барабаш М. В.* Принципы и методы архитектурно-планировочной модернизации школьных зданий (на примере Приднестровской Молдавской республики): дис.... канд.: Нижний Новгород , 2016.
5. СНиП II-Л.4-62 Строительные нормы и правила. Часть II. Раздел Л. Глава 4. Общеобразовательные школы и школы-интернаты. Нормы проектирования

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ КОЛЕБАНИЙ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА НА ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

На теплоснабжение зданий и сооружений расходуется 1/2 доли от добываемого топлива, что делает актуальной задачу эффективного управления теплоснабжением. Даже незначительное снижение теплопотерь зданиями может сыграть существенную роль в экономии теплоэнергетических ресурсов. Потери тепла происходят через наружные ограждающие конструкции, имеющие значительный вес в зданиях. Защищая помещения от внешнего климатического влияния, они должны обеспечить требуемые параметры микроклимата, которые соответствуют условиям протекания в них функциональных процессов. Эксплуатируемые в настоящее время системы автоматического отопления часто не обеспечивают комфортабельных условий в помещениях жилых зданий: происходят перетопы, приводящие к перерасходу теплоэнергии, и недотопы, вызывающие перерасход электроэнергии [1].

Пониженное качество координирования тепловой мощности вызвано несовершенством основанных на упрощенных математических моделях алгоритмов и использованием усредненных статических характеристик объектов. Для оптимального управления необходимы пригодные для использования в программируемых контроллерах методики быстрого определения тепловых потерь зданий и сооружений с учетом изменения погоды. Многочисленные методики и нормативные документы позволяют определить теплопотери зданий в стационарных условиях, в которых по определению температура воздуха снаружи неизменна или изменяется очень медленно. Это приводит к тому, что на этапе проектирования могут закладываться параметры, неспособные обеспечить эффективную защиту от потерь тепла конструкциями. На практике нередко можно встретить нестационарный режим работы ограждающих конструкций в суровом климате.

Таблица 1

Дневник погоды в Якутске в зимний период за 2019г.												
	Январь			Февраль			Декабрь					
	Утро	Вечер	Перепад	Утро	Вечер	Перепад	Утро	Вечер	Перепад			
16	-40	-42	-2	-1	-26	-28	-2	-8	-30	-28	-2	-14
17	-41	-40	-1	-1	-20	-28	-8	-1	-34	-39	-5	-1
22	-34	-34	0	-12	-24	-27	-3	-4	-36	-36	0	-3

23	-22	-23	-1	-2	-23	-32	-9	-8	-39	-40	-1	-3
24	-25	-32	-7	-5	-24	-27	-3	-6	-37	-38	-1	-6
25	-27	-35	-7	-1	-21	-29	-8	-10	-44	-45	-1	-1
26	-34	-37	-3	-1	-19	-26	-7	-10	-44	-44	0	0

Условно - территорию Российской Федерации можно разделить зонированием на 4 условные области: первая – тропическая (южная часть России); вторая – субтропическая (Приморье, западный и северо-западные регионы); третья – умеренная (Сибирь, Дальний Восток); четвёртая – полярная (Якутия, северные районы Сибири, Урала и Дальнего Востока). Помимо четырёх основных зон существует «особая», в составе которой районы за пределом полярного круга, а также Чукотка. Рассмотрим температурный режим в г. Якутске, Верхоянске в период 3-х самых холодных месяцев.

Таблица 2

Дневник погоды в Верхоянске в зимний период за 2019г.											
	Январь				Февраль				Декабрь		
	Утро	Вечер	Перепад		Утро	Вечер	Перепад		Утро	Вечер	Перепад
3	-30	-39	-9	-13	-43	-46	-3	-1	-49	-48	-1
4	-26	-30	-4	-14	-45	-50	-5	-3	-49	-49	0
5	-44	-45	-1	-3	-47	-47	0	-12	-48	-50	-2
12	-46	-48	-2	-3	-38	-48	-10	-5	-48	-48	0
13	-51	-52	-1	-1	-43	-50	-7	-8	-48	-47	-1
14	-53	-54	-1	-2	-42	-50	-8	-12	-49	-50	-1
15	-52	-55	-3	-1	-38	-44	-6	-7	-50	-49	-1
17	-54	-53	-1	0	-33	-44	-11	-10	-46	-49	-3
18	-53	-52	-1	0	-34	-44	-10	-9	-52	-53	-1
20	-50	-48	-2	-1	-35	-44	-9	-8	-52	-51	-1

Минимальная температура внутренних поверхностей непрозрачных и светопрозрачных элементов вертикальных конструкций не должна быть

ниже точки росы внутреннего воздуха помещения [6]. Из архива погоды в Якутске и Верхоянске можно наблюдать резкие диагональные перепады температур с вечера на утро (столбцы 5, 9, 13) и прямые перепады (столбцы 4, 8, 12), которые могут привести к охлаждению в том числе и внутренней поверхности ограждающих конструкций, и достижению точки росы в жилом помещении.

При большой скорости изменения температур наружного воздуха требуемая мощность системы отопления может в 1,6 раза отличаться от значения, определенного из условия статического режима работы конструкции [5]. Для обеспечения комфортных условий в помещениях в регионах, подверженных быстрым и значительным изменениям температуры, на этапе проектирования необходимо закладывать дополнительные барьеры, препятствующие проникновению теплового потока сквозь конструкцию и рассчитывать ограждающие конструкции на нестационарный тепловой режим.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Афанасьев В.В., Ковалев В.Г., Тарасов В.А., Тарасова В.В., Федоров Д.Г.* Исследование расхода тепловой энергии на отопление зданий // Вестник Чувацкого университета. 2014. № 3. С. 10-18.
2. *Вологдин С.В., Краснов А.С.* Расчет нестационарного теплообмена помещений // Известия Института математики и информатики. Ижевск. 2006 №2(36)
3. *Самарин О.Д., Горюнов И.И., Тищенко И.И.* Влияние коэффициента передачи регуляторов на энергозатраты в автоматизированных климатических системах // Белорусский национальный технический университет. 2016
4. *Захаревич А.Э.* Влияние суточных колебаний наружной температуры на микроклимат помещения // Наука и техника Т 15, №6. С
5. *Захаревич А.Э.,* Формирование параметров микроклимата в отапливаемых помещениях в условиях естественной конвекции // Минск: БНТУ, 2012. 22 с.
6. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003(с Изменением №1)

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ТИСЭ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Фундамент – базовая часть в построении любого дома, от типа фундамента, материалов и ряда других вопросов будет зависеть его качество и долговечность. Фундамент несет в себе большие экономические затраты, однако в 1992 году российский конструктор Р.Яковлев разработал способ удешевления этой составляющей здания без потери в качестве, создав технологию ТИСЭ. Создана она специально для бюджетного сектора, одна из ее главных задач - сократить затраты на строительство фундамента в несколько раз.

ТИСЭ - свайный фундамент с буронабевными сваями-стойками фундамента, основной его особенностью являются сваи с купольным расширением у их основания, которые, в свою очередь, соединяются ростверком. Ростверк приподнят над землей на 20-40 см. Расширение основания свай повышают несущую способность в несколько раз (а именно в 4 раза, т.е на 300%, , отрыв ростверка от земли – сопротивление выталкивающей силы при пучении (при увеличении объема бетонирования свай на 25% без увеличения объема армирования).[2]

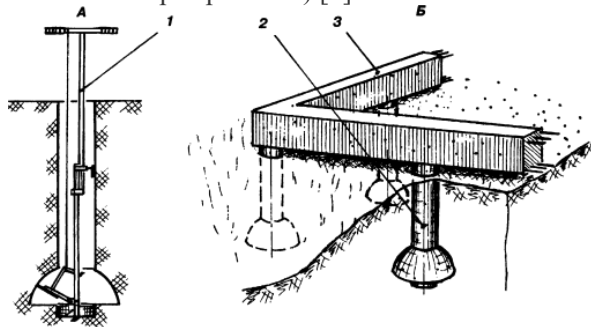


Рис. 1. Бур и принципиальная конструкция фундамента ТИСЭ.

Характерную особенность имеет так же и способ бурения – применяется “специальный бур” в виде раздвижной штанги. Он мало весит, создан для ручного бурения, а также оборудован специальными насадками.

Преимущества по сравнению с фундаментами другого рода:

- На ТИСЭ расходуется гораздо меньше финансовых ресурсов в сравнении с другими типами фундаментов, как следствие - резкое снижению стоимости (дешевле ленточного фундамента в 3,3 раза, дешевле фундамента с обычными буронабевными сваями-стойками в 1,7 раза)
- Не требуется дорогостоящего оборудования

- Так как бурение может выполняться вручную, то построение фундамента может быть полностью ручным (это важно при возведении здания в труднодоступных местах, где подход техники невозможен)

- Возвышение ростверка над уровнем земли позволяет исключить больших затрат на гидроизоляцию и уйти от влияния морозного пучения при строительстве на пучинистых грунтах

- Возможность возведения фундамента на пучинистых грунтах

Быстрота постройки по сравнению с ленточным фундаментом

Недостатки:

- Ограниченная несущая способность, как следствие невозможность применения в зданиях более одного – двух этажей

- Дополнительное утепление пола дома

- Устройство широкой отмостки

- Невозможность применения на почве с высоким уровнем грунтовых вод, илистой почве, грунтах с низкой несущей способностью

- Труднодоступное и в большинстве случаев невозможное применение на скальных грунтах, каменистой почве.

- Как следствие последних двух пунктов необходимость точной геологии и геодезии, профессионального расчета фундамента (так как фундаменты ТИСЭ более всего подходят для частного строительства, то необходимо учитывать тот факт, что многие застройщики халатно относятся к проведению обследований такого рода и привлечению профессиональных проектантов, стремясь к экономии денежного ресурса)

Некоторые источники склонны считать, что для возведения такого фундамента необходим ручной труд, увеличивающий сроки возведения, однако в настоящее время в продаже существует огромное количество буров с механическим приводом и двигателем. Касательно ряда других недостатков также можно сказать, что почти все проекты зданий требуют детального рассмотрения и требуют индивидуального инженерного решения.

В Российской Федерации разнообразные районы застройки и, как следствие, разнообразие инженерных и архитектурных решений. Так пучинистые явления могут иметь разные проявления в течение сезона (при разном уровне межпластовых вод). Разнообразие климатических зон является причиной разнообразной глубины промерзания, что ставит под вопрос универсальность применения данного фундамента (в Краснодаре, Калининграде – 70 см, а в Омске и Новосибирске уже 220 см) .[3]

Конечно, применения в районах вечной мерзлоты невозможно чисто технически, из-за необходимости ручной работы, и постройка такого фундамента будет нецелесообразна. Однако для районов с более мягким климатом технология ТИСЭ может не только сохранить, но и улучшить

эксплуатационные характеристики жилья, так как в ней отсутствуют мостики холода.

Исходя из этого, можно выделить ряд факторов, необходимых для определения: предпочтительно ли использование фундамента данного вида или нет. Такими факторами являются: геология местности, природные условия, бюджет, выделенный на постройку, предполагаемые нагрузки на фундамент, тип здания, наличие подвала.

Следовательно, применение данного вида фундамента должно соответствовать индивидуальным предпочтениям застройщика, а также возможности его реализации соответственно.

На территории РФ огромное количество разных условий, которые могут быть как благоприятны, так и крайне негативны для фундаментов ТИСЭ. Поэтому актуальность фундаментов ТИСЭ в Российской Федерации очевидна, несмотря на ряд ограничений. Такая технологии может быть использована для ускорения процесса строительства и его удешевления, а также иметь большие перспективы в регионах пострадавших от наводнения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Берлинов М. В.* Основания и фундамент. М.: Высшая школа, 1998. – 320 с.
2. *Яковлев Р. Н.* Новые методы строительства — технология "ТИСЭ". М.: Аделант, 2008.-480 с.
3. СНиП 23-01-99* “Строительная климатология” Госстрой РФ от 24.12.2002 №164.
4. *Малышев М. В.* Прочность грунтов и устойчивость оснований сооружений. М.: Стройиздат, 1994. -226 с.
5. *Швецов Г.И.* (ред.). Основания и фундаменты // Высшая школа. Москва.1991 – 383 с.
6. *Яковлев Р.Н.* Универсальный фундамент // Технология ТИСЭ. И.: Аделант, 2010. – 161 с.
7. *Kaschina I.V., Nesterova A.N.* The problem of affirmatively architectural form and structural functionalism // *Materials Science Forum*. 2018. Т. 931 MSF. С. 817-821.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОСТАНКИНСКОЙ ТЕЛЕБАШНИ В МОСКВЕ И БАШНИ БАЙТЕРЕК В НУРСУЛТАНЕ)

В современном мире в сфере строительства и архитектуры большинство проектировщиков отходят от типовых зданий и сооружений, пытаются оставить отпечаток в истории создавая уникальные проекты. Например, музей искусства и науки в Сингапуре, кубические дома в Роттердаме, Нидерланды. В данной статье я рассмотрю особенности архитектуры уникальных сооружений на основе: башни Байтерек (Нурсултан, Казахстан) и Останкинской башни (Москва, Россия). Эти проекты меня заинтересовали, потому что они построены в разные века, но при этом применяемые конструкции схожи. Помимо этого именно эти сооружения мне удалось изучить наглядно.

Башня Байтерек была введена в эксплуатацию 2002 году, имеет высоту 105 метров с куполом, без него 95 метров. Главным архитектором является Акмурза Рустамбеков. Проект создан по эскизам Нурсултана Назарбаева, его идеи воплотил Норман Фостер. С казахского языка Байтерек переводится, как «Тополь», на что и похож его внешний облик. Конструктивные элементы сооружения изготовлены из бетона, стекла и стали. Фундамент выполнен из 500 стальных свай, изготовленных специально по заказу и доставленных из города Караганды. На вершине «ствола» находится шар. Он выполнен из стекла- «хамелеона», которое отражает лучи солнца, в зависимости от его угла падения. Здание имеет два скоростных бесшумных лифта, само помещение окружено панорамными окнами. Так же имеется подземный цокольный этаж, в котором располагается аквариум, кафе и другие развлечения.

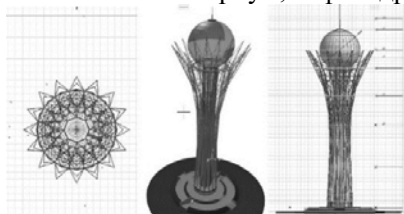


Рис.1 Байтерек в BIM программе.

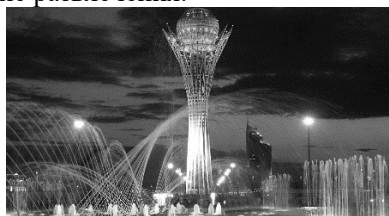


Рис.2 Байтерек ночью.

Останкинская башня была построена в 1967 году, имеет высоту 540,1 метров. Архитекторами являются: Л. И. Баталов, Д. И. Бурдин, М. А. Шкуд, Л. Н. Щипакин. Основной особенностью данного сооружения является уникальная конструкция несущих элементов. Глубина заложения

фундамента составляет всего 4,65 метра. Такая маленькая глубина обуславливается предварительным напряжением тросов. Также тросы натянуты и внутри надземной конструкции, благодаря чему останкинская башня может принимать как ветровую нагрузку, так и нагрузку от солнца. Среднее отклонение вершины башни составляет 10 метром, лишь тросы помогают бетону не трескаться от таких растягивающих нагрузок.

Далее будет представлено сравнение этих башен. Высота Байтерека намного ниже Останкинской башни, но их фундаменты очень схожи. Сваи этих сооружений стоят на железобетонной подушке, благодаря чему ни Московские, ни степные ветра Казахстана, не способны разрушить эти башни. У останкинской башни это- тонкостенная коническая оболочка, опирающаяся десятью железобетонными «ногами» на банкетки фундамента. [1] Байтерек опирается на подушку 500 укрепленными сваями. Надземная часть сооружений в обоих конструкциях состоит из металла. Именно железные тросы удерживают останкинскую башню в равновесии, они натянуты до силы 60 тонн и находятся внутри бетона. В Байтереке же металл служит основным материалом для создания жесткости и архитектурной выразительности.

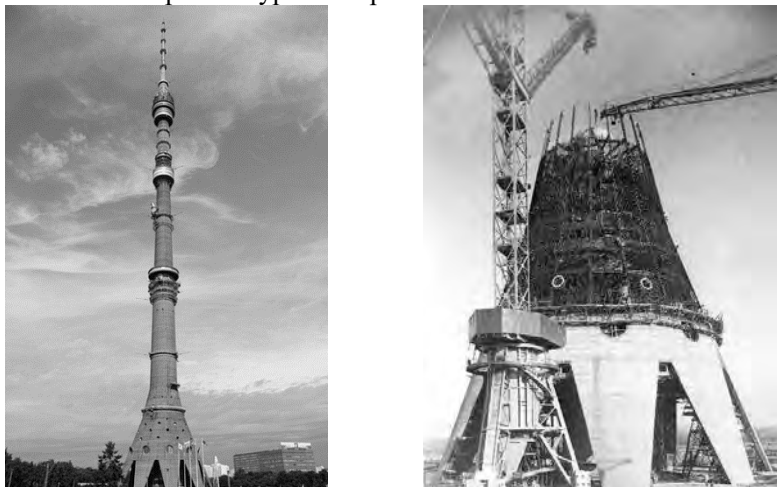


Рис.3 Останкинская башня

Так же в башнях имеется большая стеклянная поверхность. Купол у Байтерека и верхние этажи у Останкинской башни. С точки зрения архитектуры у башен имеется «ствол» - длинная продолговатая часть, а также расходящиеся элементы. Байтерек имеет сверху коническую форму, а Останкинская башня расширяется к низу. Хоть года постройки сильно разнятся, все же эти сооружения имеют сходства из-за своей продолговатой формы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Никитин Н.В.* Останкинская телевизионная башня // М.: Стройиздат. -1971, 215с.
2. *Юшков А.Э.* История развития, опыт применения и перспективы развития трубобетонных конструкций // Дни студенческой науки. - Москва. НИУ МГСУ. 2019. – С. 679-681
3. *Маклаковой Т.Г., Нанасова С.Н.* Конструкция гражданских зданий: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2000 – 280 с.
4. Астана. Архитектурный путеводитель // М.: Фолиант. 2017 - 224 с.
5. *Бурик В.О., Голованова Л.А.* Особенности ветроэнергоактивных зданий // Новые идеи нового века - 2015. Т. 3. С. 183-189.
6. *Соколова А.Н., Докудовская Д.И., Беликова Л.К.* Новаторские идеи в строительстве уникальных зданий // Строительство и архитектура - 2015 материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО "Ростовский государственный строительный университет", Союз строителей южного федерального округа, Ассоциация строителей Дона. 2015. С. 303-306.

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА

С каждым годом архитектура и градостроительство развиваются все быстрее, внедряются новые технологии, придумываются интересные футуристические формы. Если раньше здания «коробочки» выше 25 этажей вызывали ажиотаж, то сейчас таким уже никого не удивишь. Современные сооружения проектируются с плавными формами, переходящими волнистыми линиями из одного элемента в другой, их нельзя разложить на обычные геометрические объекты. Помимо этого, важными стали вопросы сбережения ресурсов и мобильности здания. Стало необходимым создавать формы, которые будут минимизировать объем сооружений и в то же время сочетать в себе удобство и комфорт для человека. Такой новый стиль, объединяющий в себе компьютерные технологии, математику и дизайн, получил название параметрической архитектуры.

Впервые понятие «параметризм» ввел Патрик Шумахер – директор архитектурной студии Zaha Hadid Architects, в своей статье «Манифест параметризма». В ней он изложил основные идеи данного направления. Параметрика – это способ моделирования формы при помощи анализа процессов, которые в ней будут происходить [1,2]. С помощью BIM-программ, создаются определенные алгоритмы, в которые заносится вся необходимая информация для проектирования. Дальше программа сама уже выбирает наилучший вариант выбора формы, материалов и даже размещения их на определенной местности. С помощью задания зависимостей можно генерировать объекты, которые органично вписываются в существующую градостроительную планировку [3]. Такими методами активно пользуется бюро Захи Хадид и Патрика Шумахера, широко известное параметрическими генпланами городов, создаваемыми при помощи информационных технологий. Например, Политехнический университет в Гонконге, построенный в Китае, Многоцелевой комплекс Veko Masterplan в Белграде, Небоскребы Signature Towers в Дубаи и так можно перечислять еще долго. С уникальными сооружениями бюро Захи Хадид знаком практически каждый, но не только эта компания сейчас пользуется параметрическими дизайн-процессами [4].

Ярким примером параметрической архитектуры может стать “Надувное” офисное здание Media-ICT, построенное компанией Cloud 9 Architecture в 2011 году в Барселоне (рис. 1). По всему периметру здание утыкано датчиками слежения, которые помогают ему «дышать». В летнее время года мембрана выполняет функции солнцезащитного экрана, который блокирует до 85% солнечного тепла и ультрафиолетовых лучей, в помещении создается прохлада и тень. В зимнее время она открывается

для наибольшего пропускания солнечных лучей и тепла внутрь помещений. Благодаря именно BIM-программам такие дома стали не в новинку, и проектировать их теперь легко и очень быстро.



Рис. 1 Здание Media-ICT в Барселоне



Рис. 2 Параметрическая стена в аэропорту

Около года назад в Стамбульском аэропорту Лондонская архитектурная студия Softroom создала шесть залов для Turkish Airlines, соединенных параметрической стеной в виде ленты длиной больше километра (рис. 2). Благодаря параметрическим дизайн-процессам удалось создать стену всего за 30 недель. Параметрический сценарий помог наладить сглаживание кривых стен, что сильно сократило сроки проектирования. Кроме того, программа представила предварительный осмотр в реальном времени законченного проекта [5].

Но каждая ли компания может позволить себе пользоваться такими программами для проектирования или придется нанимать целую команду IT-специалистов для создания определенных алгоритмов? Студия архитектуры Wallgren Arkitekter и шведская строительная компания BOX Bygg создали инструмент параметрического проектирования Finch, который может генерировать планы этажей. Finch будет запущен в 2020 году как плагин для инструмента визуального программирования Grasshopper в программном обеспечении 3D-графики Rhino. Идея Finch состоит в том, чтобы создать более удобный инструмент для архитекторов, чтобы они могли пользоваться преимуществами параметрического проектирования без каких-либо знаний о Grasshopper или кодировании [6].

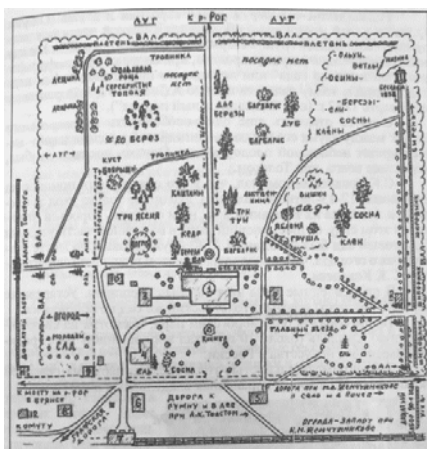
Параметрическая архитектура помогает создавать разнообразные и интересные новые объекты, которые будут функциональны, мобильны и способны взаимодействовать с окружающим миром, а также радовать глаз человека, что тоже не мало важно. Компьютер очень упрощает работу проектировщика на сегодняшний день, но пока не может полностью заменить его. Возможно, в будущем все изменится.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шумахер П.* Параметризм - Новый Глобальный Стиль для Архитектуры и Городского Дизайна // AD Architectural Design – Digital Cities. 2009. Вып. 79, №4.
2. *Шумахер П.* Манифест параметризма // Доклад, представленный и обсужденный в Дарк Сайд Клуб, на 11-й архитектурной Биеннале, Венеция. - 2008 г.
3. *Кравченко Г.М., Труфанова Е.В., Данилейко И.Ю., Забейворота В.А.* Исследование принципов формирования объектов параметрической архитектуры // Инженерный вестник Дона. 2019. №1. С. 130.
4. *Грузков А.А., Черкасов А.В., Шевцова М.А., Чернеев А.М.* Параметрическая архитектура – ведущий стиль в архитектуре будущего // Наука и бизнес: пути развития. 2019. №6. С. 92-94.
5. *Natasha Levy.* Softroom creates "world's-longest" parametric wall inside Istanbul Airport // Dezeen. – 2019.
6. *Tom Ravenscroft.* Wallgren Arkitekter and BOX Bygg create parametric tool that generates adaptive plans // Dezeen. – 2019.
7. *Kaschina I.V., Nesterova A.N.* The problem of affirmatively architectural form and structural functionalism // Materials Science Forum. 2018. Т. 931 MSF. С. 817-821.

ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛИТЕРАТУРНО-МЕМОРИАЛЬНОГО МУЗЕЯ-УСАДЬБЫ А.К. ТОЛСТОГО В СЕЛЕ КРАСНЫЙ РОГ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Всем нам известен такой знаменитый и выдающийся поэт, писатель и драматург как Алексей Константинович Толстой (24 августа 1817— 28 сентября 1875). Юные годы А. К. Толстой проводит в селе Красный Рог, в усадьбе, доставшейся ему от его прадеда Г. К. Разумовского. Жизненные обстоятельства разлучают писателя с усадьбой, он переезжает в Санкт-Петербург, получает образование, путешествует и некоторое время живет и работает за границей, но после смерти матери он вновь возвращается в родное село. Вокруг усадьбы был большой лес, который Алексей Константинович сравнивал с Шервудским лесом. Красоты этого места вдохновили его на многие стихотворения. 28 сентября 1875 года поэт уходит из жизни от передозировки морфия. Был похоронен в сельском храме села Красный Рог.



1. Главный дом
2. Гостевой флигель
3. Графская кухня
4. Флигель С.А.Толстого
5. Флигель управляющего(?)
6. Прачечная
7. Конюшня
8. Дворовой флигель
9. Баня
10. Садовничья
11. Птичник
12. Кузница

Рис. 1. Планировка усадьбы (парка) в начале 20 в.

По межевому плану 1869 г. и по воспоминаниям С.К.Ковалёва без строений М.А. Жемчужникова. Реконструкция В. Д. Захаровой [1].

Сейчас в усадьбе Красный Рог мало что уцелело и сохранилось до нашего времени. Подлинный дом сгорел во время войны в 1942 году. Что мы видим сейчас, это восстановленная по фотографиям усадьба, построенная в 1988-1993 годах. Наблюдается много неточностей, дом-музей построили из кирпича, хотя при А. К. Толстом усадьба была деревянной.

Пропорции дома искажены, он меньше оригинала и без террас. Из уцелевших построек можно назвать флигель, прачечную, погреб и церковь Успения Пресвятой Богородицы, построенную в 1777 году по приказу графа Разумовского.

Многие постройки меняли свой внешний облик и расположение. Обратимся к флигелям. Четыре деревянных флигеля, окружавшие главный дом, были перемещены и расширены в конце 1830-начале 1840-х годов. Западный и восточный флигели оказались расположенными параллельно торцевым фасадам главного дома. Северо-западный и северо-восточный флигели были вынесены дальше на север, причём северо-западный стоял несколько дальше от дома, чем северо-восточный. Западный флигель-единственный сохранившийся именуется «гостевым». Ранее, согласно рисунку самого Толстого, флигели располагались на равном расстоянии от главного дома, были ориентированы центральными осями фасадов на его углы и образовывали подобие круга, что обнаруживает в их первоначальном размещении строгое следования классицистическим канонам.



Рис.2 Усадьба в наши дни Google карты

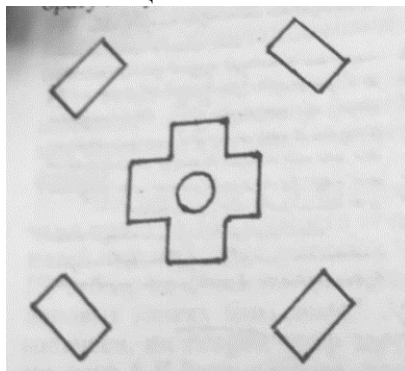


Рис.3 Расположение флигелей до их переустройства. Копия с рисунка А. К. Толстого

Сам флигель представляет собой одноэтажное прямоугольное в плане здание с вальмовой кровлей. Стены рублены из бревен и обшиты тесом. На одном продольном фасаде расположен тамбур, на другом- застекленная терраса. Входы соединены коридором и по обеим сторонам от него расположены комнаты. Здесь находился кабинет А.К. Толстого и так же во флигеле обычно останавливались братья Жемчужниковы.

Главный дом был окружен парком с множеством сосен, елей, лип и других деревьев. В северо-западной части Голландский парк, а с юга и юго-востока Английский парк. В западной части, между двумя парками находился плодовый сад. Территория усадьбы имела четкие искусственные границы, обозначенные на местности посадками шиповника, рвами и валами. И по сей день можно насладиться красотой Усадебного парка,

прогуляться по липовым аллеям, которыми восхищался как сам А. К. Толстой, так и его гости, среди которых А. Фет, Б. Маркевич, Я. Полонский и многие другие.

К сожалению, усадьба не сохранила свой первоначальный облик, и существует актуальность ее воссоздания на моделях [2-4]. Причина утраты – тяжелые военные годы, уничтожившие некоторые постройки, видение каждого владельца, перестройки, некоторые постройки переносились и конечно время накладывает свой отпечаток. Большую историческую ценность сохранил главный флигель, где сейчас находится мемориальный музей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.Д. Захарова* По следам Алексея Константиновича Толстого. Вымыслы и правда. Брянск, Супонево. –240 с.
2. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Поиск рациональных параметров стержневых металлоконструкций на основе адаптивной эволюционной модели // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2011. № 3. С. 7-14.
3. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
4. *Курченко Н.С., Рожнов В.С., Алексейцев А.В., Соболева Г.Н.* Об автоматизированном проектировании наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // В сборнике: Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 96-100.
5. *Алексейцев А.В.* Поиск рациональных параметров строительных конструкций на основе многокритериальной эволюционной оптимизации // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 7. С. 18-22.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРАЧЕЧНОЙ И КОЛОДЦА ЛИТЕРАТУРНО-МЕМОРИАЛЬНОГО МУЗЕЯ А.К. ТОЛСТОГО

Толстой Алексей Константинович-поэт, драматург, писатель. Родился 24 августа 1817 года, в Санкт-Петербурге. В усадьбе Красный рог он провел большую часть своей жизни, детство, многократно приезжал сюда в течении жизни, умер и похоронен здесь. Так же здесь установлен бюст писателя в 1972 году. В музее проводятся тематические экскурсии, которые посвящены жизни писателя.

На территории музея-усадьбы А.К. Толстого находятся 17 построек (кузница, прачечная, конюшня, баня, погреб и т.д.), некоторые постройки находятся на реставрации. С того времени, когда в усадьбе жил А.К.Толстой лучшего всего сохранился флигель, где и находится весь центр внимания данной усадьбы. В нем находятся много портретов, личных вещей, мебели и прочих вещей интерьера характерных для усадьбы 19 века. Изначально усадьба принадлежала К. Г. Разумовскому, прадеду Толстого, при нем построили главный усадебный дом.

Объектом рассмотрения и моделирования в статье является прачечная и колодец, так как это неотъемлемые части усадьбы. Прачечная – одна из построек которая сохранилась до нашего времени, так же сохранились ее странные фотографии, которые можно сравнить с современным решением. Она находится к северу от флигеля. Прачечная была построена из древесины рубкой «в обло», соединенная сенями. Стояла прачечная на кирпичном фундаменте и имела двухскатную крышу, крытую тесом, для таких крыш было обязательно наличие охлупня или князевой слеги, закрывающей стык склонов. Между двумя слоями теса обычно прокладывалась береста. На восточном фасаде по обе стороны крыльца – по два окна и одно – в южном торце. К сожалению внутри избы все было разрушено, и после реставрации она уже не выглядит как то особенно, ее оштукатурили в белый цвет, появились окна в глухих стенах, железная крыша, но она также стоит на кирпичном фундаменте.



Рис.1. Эскиз исторического вида.



Рис. 2. Фото конца XX века.

Исторические виды этих объектов по данным источника [1] показаны на рисунках 1 и 2.

Помимо прачечной я рассматриваю колодец, который использовался только для хозяйственных целей. Колодец был выполнен из сруба с навесом, под ним находился огромный вал с веревкой или цепью (рис.3).



Рис. 3. Моделирование прачечной и колодца

Он был устроен так, что на оба конца крепились две бадьи, это было очень удобно, так как, если одна опускалась, то другая поднималась в это время и это очень сокращало время, для прачечной требовалось много воды, поэтому расположение колодца рядом с ней обязательное требование в усадьбах 19 века. Рычагом служило деревянное колесо с баяси-нами-ручками по обе стороны обода для более удобного захвата и прокручивания колеса.

Как мне кажется, к таким объектам культурного наследия нужно относиться более трепетно, реставрация данных объектов должна быть максимально приближено к историческим видам, так как данный стиль постройки олицетворяет жизнь 19 века. Я хочу продемонстрировать мою 3d модель прачечной и колодца, сделанную в программе трехмерного моделирования, опираясь на некоторые положения работ [2-7] и приближенному к первоначальному историческому виду этих объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.Д. Захарова* По следам Алексея Константиновича Толстого. Вымыслы и правда. Брянск, Супонево. –240 с.
2. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
3. *Алексейцев А.В., Безбородов Е.Л.* Эволюционный поиск параметров систем "протезирования" деревянных балочных конструкций // Строительство и реконструкция. 2018. № 2 (76). С. 3-11.
4. *Курченко Н.С., Рожнов В.С., Алексейцев А.В., Соболева Г.Н.* Об

автоматизированном проектировании наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // В сборнике: Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 96-100.

5. *Алексеицев А.В.* Поиск рациональных параметров строительных конструкций на основе многокритериальной эволюционной оптимизации // Промышленное и гражданское строительство. 2019. № 7. С. 18-22.

6. *Alekseytsev A.V., Al Ali M.* Optimization of hybrid i-beams using modified particle swarm method // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 7 (83). С. 175-185.

7. *Alekseytsev A.V., Gaile L., Drukis P.* Optimization of steel beam structures for frame buildings subject to their safety requirements // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 7 (91). С. 3-15.

опилки, которые смешивали с заранее подготовленной смеси из глины или других природных материалов, которые имеют хорошие теплофизические свойства.

На основе использования концепции трехмерного моделирования, широко описанного в литературе и с применением информации из источников [2-9] мной была построена модель конюшни, показанная на рис. 2, 3. Целью этого построения являлась визуализация современного вида этой постройки при ее воссоздании. Цветных фасадов конюшни не сохранилось.



Рис. 2. Толстовская конюшня. Проектная визуализация.

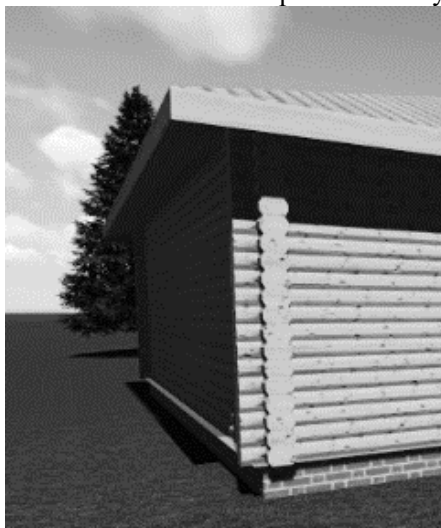


Рис. 3. Визуализация соединения «в облако»

В заключении можно отметить, что, хотя конюшня и не является доминантой музея усадьбы, она также имеет важное историческое значение, и ее необходимо проектировать с учетом требований безопасности как часть культурного наследия парка-музея..

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.Д. Захарова* По следам Алексея Константиновича Толстого. Вымыслы и правда. Брянск, Супонево. –240 с.
2. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
3. *Курченко Н.С., Рожнов В.С., Алексейцев А.В., Соболева Г.Н.* Об автоматизированном проектировании наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // В сборнике: Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 96-100.
4. *Вандезанд, Джеймс* Autodesk: Revit Architecture 2013-2014. Официальный учебный курс / Джеймс Вандезанд, Фил Рид, Эдди Кригел. - М.: ДМК Пресс, 2013. - 328 с.
5. *Алексейцев А.В.* Оптимальный структурно-параметрический синтез систем усиления металлических ферм // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 2. С. 37-46.
6. *Габидулин, В.М.* Адаптация AutoCAD под стандарты предприятия / Габидулин Вилен Михайлович. - М.: ДМК Пресс, 2016. - 203 с.
7. *Алексейцев А.В., Курченко Н.С.* Обзор методов и результатов экспериментальных исследований стальных и сталебетонных конструкций при особых воздействиях // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2018. Т. 14. № 3. С. 205-215.
8. *Alekseytsev A.V., Al Ali M.* Optimization of hybrid i-beams using modified particle swarm method // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 7 (83). С. 175-185.
9. *Alekseytsev A.V., Gaile L., Drukis P.* Optimization of steel beam structures for frame buildings subject to their safety requirements // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 7 (91). С. 3-15.

Студент 3 курса 4 группы ИСА Муха А.Н.

Научный руководитель – старший преподаватель К.О. Ларионова

УСАДЬБА А.К.ТОЛСТОГО НА ПЕРИОДЫ 20 ВЕКА И СОВРЕМЕННОСТИ. ГОСТЕВОЙ ФЛИГЕЛЬ

Алексей Николаевич Толстой вошел в историю как замечательный писатель: прозаик, драматург и публицист. Как писал Максим Горький, он был «большого, ценного и веселого таланта». А теперь обратимся к единственной уцелевшей усадьбе писателя «Красный Рог» Брянской губернии. Во время правления Екатерины II данные земли относились к владениям генерала-фельдмаршала Кирилла Разумовского. В 1837 г. сюда приезжает графиня Анна Толстая, чтобы воспитывать своего сына, Алексея Константиновича Толстого — будущего поэта. В последствии в опустевшем имении побывал философ В.С. Соловьёв, композитор М. Ипполитов-Иванов и поэт Афанасий Фет.

В настоящее время в список недвижимых памятников истории и культуры Почепского района Брянской области включены следующие объекты, расположенные в Красном Роге: а) Усыпальница А.К. Толстого и С.А. Толстой б) Церковь Успения Богородицы, 1777 г. в) Усадьба А.К. Толстого. В ней располагается мемориальный музей А.К. Толстого: главный дом, парк с прудом в составе: «Охотничий замок», «Флигель», «Парк», «Домик на Птичьем дворе», «Прачечная», «Погреб», «Дом управляющего», «Дом садовника», «Сторожка». Теперь обратимся конкретно к Гостевому флигелю (рис.1). Это одна из немногих построек, сохранившихся до наших дней, где Алексей Николаевич Толстой любил работать в течение последних лет своей жизни.

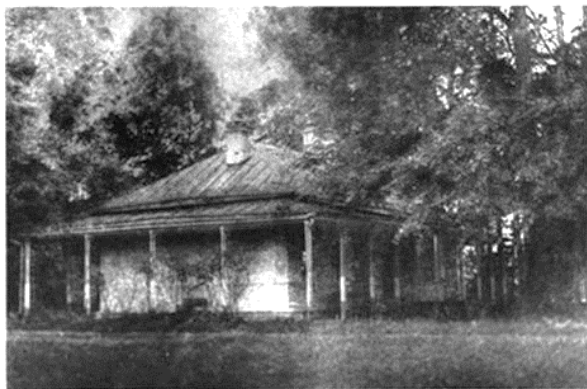


Рис. 1 Гостевой флигель начала XX в. [1]

Строение представляет собой одноэтажное прямоугольное здание с вальмовой крышей. Основание флигеля - кирпичное, бревенчатые стены обшиты тесом, а окна высокие и выполнены с помощью переплета. На

одном продольном фасаде находится тамбур, на другом- застекленная терраса. Входы соединены коридором, по обеим сторонам которого расположены комнаты. Кабинет Толстого находился в крайней угловой комнате слева от входа с окнами в сторону парка. В настоящее время историческая планировка планировка сохранилась, хотя и в частично искаженном виде, так как данный флигель был восстановлен. Сейчас в здании расположен мемориальный музей А.К. Толстого.



Рис. 2 Гостевой флигель. Современность.

В связи с тем, что Гостевой флигель - одна из немногих построек, сохранившихся до наших дней, она имеет особое историческое значение. Такие объекты культурного наследия нужно ценить, беречь и стараться сохранить их для следующих поколений. В наше время найдено много информации и фотографий тех времен, архитекторы 21 века стараются сделать усадьбу по-новому и с использованием современных материалов и инструментов. Историки и краеведы, изучающие эту усадьбу на протяжении долгого времени (около 30 лет), считают, что единственный путь к сохранению исторического облика музея усадьбы – реставрация на основе архивных документов, при этом гостевой флигель практически сохранил свой былой облик.

В 2014 году был предложен проект, который полностью изменил бы усадьбу. Проектом предусматривалось баню переоборудовать в «графскую конюшню», тогда как настоящая Толстовская конюшня располагалась в противоположном конце двора и имела совершенно другой вид. Музей предложили дополнить кафе и спортивным кортом. В главном мемориальном здании предложено было переделать всю внутреннюю планировку подлинного флигеля. Планировались и другие мероприятия, позволяющие превратить усадьбу в место развлечения и торговли. Также были и предложения по сносу, но благодаря профессиональному неравнодушию брянского историка-краеведа, данная усадьба была трижды

спасена.

Говоря о будущем данной усадьбы, представляется, что стоит развивать её в концепции мемориального музея, но для того, чтобы приблизить её к первоначальному виду, необходимо разработать проект, который будет сохранять только бывшие сооружения, не включая новых, дабы показать свое историческое значение. При выполнении этого проекта необходимо использовать трехмерную визуализацию [2, 3] и системы автоматизации проектирования и алгоритмы оптимизации, например [4-6], чтобы представить весь ансамбль парка-музея в целом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.Д. Захарова* По следам Алексея Константиновича Толстого. Вымыслы и правда. Брянск, Супонево. –240 с.
2. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашликов Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // В сборнике: Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.
3. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
4. *Курченко Н.С., Рожнов В.С., Алексейцев А.В., Соболева Г.Н.* Об автоматизированном проектировании наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // В сборнике: Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 96-100.
5. *Alekseytsev A. V., Al Ali M.* Optimization of hybrid i-beams using modified particle swarm method // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 7 (83). С. 175-185.
6. *Alekseytsev A. V., Gaile L., Drukis P.* Optimization of steel beam structures for frame buildings subject to their safety requirements // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 7 (91). С. 3-15.

ТЕХНОЛОГИЯ ЛСТК КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОН- СТРУКЦИЙ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ

Одним из приоритетных направлений в строительстве являются энергосбережение и повышение энергоэффективности зданий. В связи с этим, совершенствуются технологии изготовления материалов и методов строительства. Рассмотрим возможную экономию ресурсов на примере использования легких стальных тонкостенных конструкций в каркасах быстровозводимых зданий.

Легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) – это технология проектирования и строительства, разработанная в 50-х годах XX века в Канаде, в основе которой лежит использование каркаса из профилей и термопрофилей, соединенных между собой винтами-саморезами.

К преимуществам технологии ЛСТК относят: малый удельный вес ЛСТК-конструкций (вес 1м² несущего стального каркаса здания находится в пределах 20–25 кг); меньшая нагрузка на фундамент, снижение затрат на фундамент, использования любого типа фундамента; сокращение расходов на транспортировку конструкций, возможность не использовать тяжелую технику при монтаже; высокая скорость строительства; возможность строительства при любых погодных условиях благодаря отсутствию мокрых процессов; экономическая эффективность зданий и высокие теплотехнические показатели; отсутствие усадки; используемые материалы экологичны; конструкции из ЛСТК относятся к классу непожароопасных и обладают долговечность более 100 лет; сейсмостойкость (9 баллов по шкале Рихтера) [2].

Легкая стальная тонкостенная конструкция с перфорированной внутренней перегородкой называется термопрофиль. Благодаря перфорационным отверстиям улучшаются тепловые свойства конструкции. Теплопроводность зависит от типа перфорации, включая форму и размеры отверстий, размеров участков стали между перфорацией, но основным фактором является не форма перфорации, а количество «отверстий», расположенных по одной линии поперечного сечения [4].

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО СТЕНАМ ИЗ ЛСТК

В Финляндии на протяжении 15 лет ведутся разработки новых ограждающих конструкций из ЛСТК. На основании одного из исследований, проводившихся в конструкциях домов в г. Юлэярви, было определено, что температура на внутренней поверхности стены в верхней части каркаса на 1-2 °С ниже, чем температура между каркасами [3]. Даже не-

смотря на то, что перфорированные отверстия в термопрофиле уменьшают теплопроводность вдоль каркаса, остаточная теплопроводность увеличивает температуры во внешних частях рамы, что снижает риск возникновения конденсации и увеличивает потенциал сушки в случае конденсации. Использование внешней водопаропроницаемой теплоизоляции в энергосберегающей стене дополнительно улучшает гигротермическую эффективность стены.

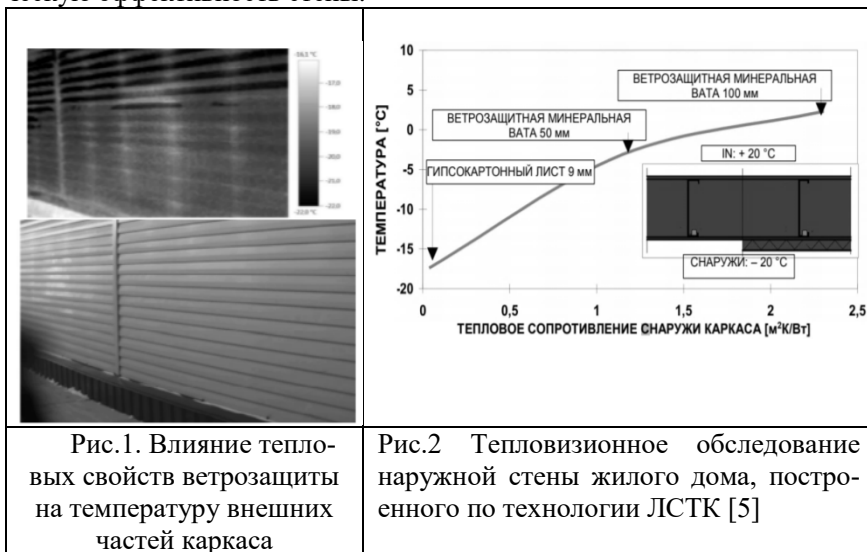


Рис.1. Влияние тепловых свойств ветрозащиты на температуру внешних частей каркаса

Рис.2 Тепловизионное обследование наружной стены жилого дома, построенного по технологии ЛСТК [5]

«МОСТИКИ ХОЛОДА». РЕШЕНИЕ ДАННОЙ ПРОБЛЕМЫ.

Температурный мост или «мостик холода» – это участок ограждающей конструкции здания с повышенной теплопроводностью, приводящей к значительной теплотере здания.

Способы уменьшения эффекта тепловых мостов:

- с помощью двойного каркаса (улучшает тепловое качество стены на 20-25 %);
- с помощью внешней теплоизоляции;
- с помощью термопрофилей

Рис.2 Тепловизионное обследование наружной стены жилого дома, построенного по технологии ЛСТК [5]

С 2009 г. в Полтавском национальном техническом университете под руководством д.т.н. А.В. Семко проводились исследования теплотехнических испытаний стеновых конструкций из ЛСТ профилей и полистиролбетона, где профиль являлся теплопроводным включением [1]. В лаборатории использовали два образца толщиной 150 мм, изготовленных с использованием U-образных стальных профилей. Каркасы заполняли по-

листиролбетоном (утеплитель). В середине одной из конструкций располагалась вертикальная стойка – профиль С-образного сечения – теплопроводное включение. Вторая конструкция была изготовлена термически однородной, чтобы оценить влияние «мостика холода». Внутренняя облицовка – гипсокартонный лист толщиной 12.5 мм, внешняя облицовка – стеновой профнастил, волна которого располагалась напротив теплопроводного включения. Образовавшийся промежуток между профилем и настилом заполнялся полистиролбетоном и являлся термопрокладкой.

Результаты моделирования показали, что наличие теплопроводного включения в ограждающей конструкции снижает сопротивление теплопередаче до 50 %, а при теплоизоляции стального профиля полистиролбетоном – на 40 %. Была численно исследована стеновая панель, где варьировалась высота волны профилированного настила 20 мм, 40 мм и 50 мм. Результаты показали, что при увеличении высоты волны профилированного настила влияние теплопроводного включения уменьшается прямо пропорционально: при 20 мм на 40 %, при 40 мм – на 20 % и при 50 мм – на 10%.

В заключении хочется отметить, что технология ЛСТК, получившая распространение во многих странах, имеет все шансы закрепиться и распространиться на российском строительном рынке. Но пока что применение данной технологии сдерживается отсутствием нормативной базы для проектирования и недостаточным опытом проектирования строительства по данной технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Леценко М.В., Семко В.А.* Теплотехнические свойства стеновых ограждающих конструкций из стальных тонкостенных профилей и полистиролбетона // Инженерно-строительный журнал. 2015. №8. С.44-55
2. *Орлова А.В., Жмарин Е.Н., Парамонов К.О.* Энергетическая эффективность домов из ЛСТК // Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений". 2013. №6 (11).
3. *Ю. Ниэминен, Микаэль Салонваара* Гигротермическая эффективность стен из ЛСТК // Аналитические записки ВТТ. 2001
4. *Безбородов Е.Л.* Влияние перфорации на теплотехнические характеристики «термопрофилей» легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) // «Инновации и инвестиции». 2019. № 2. С. 191-193
5. *Безбородов Е.Л.* Наружные стены с каркасом из лёгких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) // «Инновации и инвестиции». 2018. № 2. С. 186-190

*Студент 2 курса 16 группы ИСА **Расторгуев А.А**
Студентка 2 курса 16 группы ИСА **Морозова В.И.**
Научный руководитель-доц., канд. техн. наук, доц. **А.Н. Нестерова***

ПРОЕКТЫ, ОСТАВШИЕСЯ НА БУМАГЕ

Парфенон, Тадж-Махал, Эмпайр-Стейт-Билдинг, Бурдж-Халифа и многие другие великие проекты являются уникальными и грандиозными сооружениями во всем мире. Все эти постройки повлияли на сознание человека и оставили след в истории архитектуры.

Но некоторые задумки, которые могли бы изменить исторический облик городов так и не реализовались. Эти проекты, оставшиеся на бумаге, так называемая «бумажная архитектура», не были осуществлены из-за технической сложности, стоимости, масштабности или цензурных соображений. Основателем данного направления считается Джованни Баттиста Пиранези, который сделал огромное количество рисунков и чертежей, но возвел мало зданий.

В данной статье пойдет речь о таких проектах, о влиянии которых на развитие архитектуры и её историю мы можем только предполагать.

Дворец Советов. Проект принадлежит советскому архитектору Иофану Борису Михайловичу, который являлся одним из ведущих представителем сталинской архитектуры. По задумке автора здание должно было служить для проведения заседаний Верховного Совета СССР и различных демонстраций, а также стать самым высоким зданием в мире, символизирующим новую Москву. Высота Дворца Советов вместе со стометровой статуей Владимира Ленина весом несколько тысяч тонн на самой вершине должна была составить 415 метров. Местом для застройки выбрали холм на Волхонке, где располагался Храм Христа Спасителя, который впоследствии снесли.

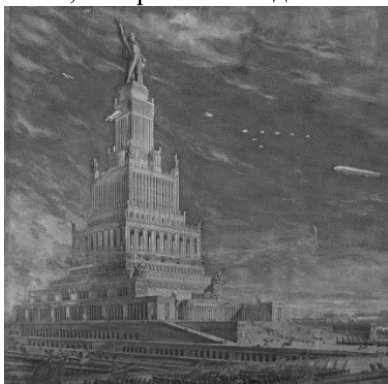


Рис. 1 Дворец Советов

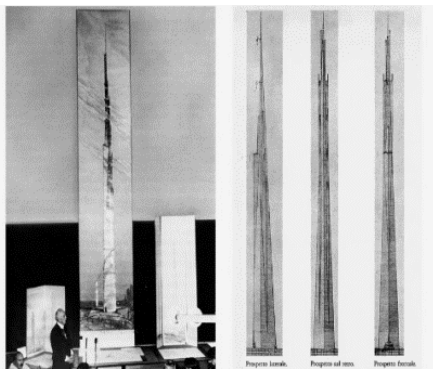


Рис.2,4 Иллинойс (Небесный город)

Вскоре началось возведение задуманного символа коммунизма, но из-за начавшейся войны дальше фундамента строительство не продвинулось. В итоге проект заморозили, и он остался нереализованным. Данная задумка была действительно грандиозной, она отличалась от общей архитектуры Москвы, и скорее всего стала бы символом нашей страны, либо великим памятником, который бы восхищал своей мощностью и величием. Можно лишь догадываться, как бы данный проект повлиял на развитие России и ход истории в целом.

Ещё один несбывшийся проект, архитектором которого является Фрэнк Ллойд Райт, который планировали построить в Чикаго. Предлагаемая высота «небесного города» составляла 1609 метров (со шпилем 1703 метра). Здание внешне напоминает трехгранную иглу, по мере увеличения высоты сужающуюся до шпиля. По задумке архитектора небоскрёб препятствовал разрастанию города, за счет своей высоты. Иллинойс мог вмещать более 130 тысяч жителей, что сопоставимо с населением целого города. По неизвестным причинам проект Райта был отменен, но это не помешало вдохновить многих архитекторов по всему миру на создание подобных зданий. Неравнодушными к данной задумке остались проектировщики самого высокого здания в мире - Бурдж Халифа, которое в какой-то степени является аналогом Иллинойса.

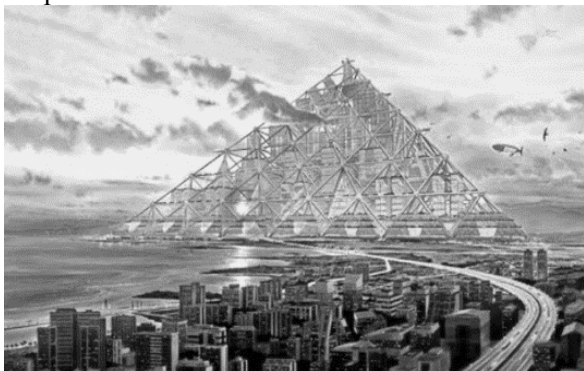


Рис.3. Город-пирамида Шимицу

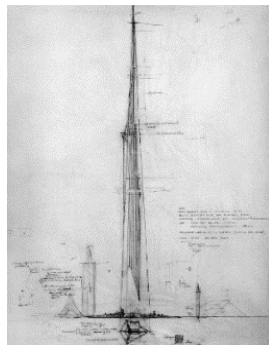


Рис. 4

Данный проект представляет собой город-пирамиду, вмещающий около 1000000 жителей высотой около 2000 метров над землей, в котором должны были располагаться не только дома и дороги, но и парки, скверы, вертолетные площадки. Архитекторами являются Данте Бини и Дэвид Дмитрик. Сооружение планировали возводить на 36 сваях так, чтобы оно «парило» над Токийским Заливом в Японии. Для данного проекта нужны специальные высокотехнологичные материалы, которые бы выдержали вес конструкции, различные землетрясения, наводнения, цунами, так как строительство планировалось для сейсмически активного региона. Но на данный момент не было еще создано таких технологий,

ведется только разработка и создание прототипов этих материалов. Можно сказать, что проект опередил свое время, возможно в будущем он сможет реализоваться благодаря новым разработкам, но на данный момент задумка сооружения остается на бумаге.

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод о том, что, не все задумки архитекторов можно воплотить в жизнь, так как порой они опережают время, в котором создаются, либо на их создание требуются большие финансовые затраты или же их просто нельзя построить из-за конструктивных расчётов или из-за особенности местности. Данные проекты можно назвать грандиозными и неповторимыми, уникальность и масштабность, которых могла изменить историю архитектуры. Можно считать, что «бумажная архитектура» актуальна и по сей день, так как вдохновляет специалистов проектировать подобные здания, и даёт возможность заглянуть им за рамки реальности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектура Дворца Советов: Материалы V пленума правления Союза Советских Архитекторов СССР 1—4 июля 1939 года. — М.: Изд-во Академии Архитектуры СССР, 2014. — 112 с.
2. *Фремpton К.* Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития. — М.: Стройиздат, 1990. — С. 125.
3. *Анисимова И. И.* Уникальные дома от Райта до Гери. — 2009.
4. *Гольдштейн А. Ф.* Фрэнк Ллойд Райт. М.: Москва, 1973. — С.136.
5. *Авакумов Ю.* Бумажная архитектура // Антология. М.: Музей соврем. Ис. Гараж. 2019. — С.376.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕТСКИХ ПЛОЩАДОК

Детские площадки является обязательным компонентом современной городской среды. Нормативно к детским площадкам применяется комплекс требований (безопасности, прочности, инсоляции и прочих). Однако, не менее важное значение имеет функциональный аспект.

Любое общественное пространство должно нести пользу и решать какую-то задачу, а лучше, если сразу несколько. Детские площадки уникальны в своей значимости, не просто так сейчас их можно встретить практически в каждом дворе. У них есть своя специфика, свои особые функции. Обозначим их: обучение, отдых, развлечение

Однако, все забывают, что кроме детей там проводят время и их родители, иногда просто люди, которых привлекло это пространство или пожилые люди, уставшие по пути. Поэтому так важно сделать пространство комфортным для людей любого возраста, пола и рода деятельности. К тому же, взрослые люди с большей вероятностью захотят проводить время со своими детьми в месте, которое нравится и им самим.

Как и при проектировании любого другого пространства, сложно учесть все требования и отразить необходимые функции. С какими проблемами сталкиваются при проектировании и строительстве детской площадки?

Самая главная проблема - бюджет. Намного дешевле и быстрее взять типовое решение и заказать стандартные "грибочки" и "кораблики" у известных и проверенных производителей и поставщиков, чем искать и придумывать что-то новое.

Соблюсти функционал тоже нелегко:

Первый пункт самый сложный, ведь вопрос "как заставить ребенка учиться" так же вечен, как проблема отцов и детей. Решение лежит на поверхности - заставлять и не нужно, достаточно создать для обучения подходящие условия. Если ребенку не становится скучно, процесс обучения будет проходить легко и продуктивно. Любой взрослый чувствует скуку по тем же причинам, что и ребенок.

Даже взрослым и сформировавшимся людям надоедают постоянные маршруты и еженедельные сценарии рабочих дней. Дети к этому не менее чувствительны, поэтому, когда они переходят из двора во двор, не видя разницы и разнообразия в площадках, часто начинают отдавать предпочтение подъездам и улицам в более сознательном возрасте. Конечно, воображение даже из скучной горки сможет сделать паропход или дракона, но в наших силах упростить им задачу. Самый простой способ

исправить ситуацию - не придавать четкого смысла и формы пространству, не делать пиратских кораблей, ракет и машин, грибочков и прочего пестрого безобразия. Позвольте ребенку самому решать, как и во что играть, пусть он сам придумывает правила игры.



Рис.1.Площадка в Олимпийском парке. Лондон

Не меньшая проблема - однообразие. Если все развлекательное пространство сводится к трем разным видам качелей, а такое порой случается в наших дворах, вряд ли оно будет популярным. Родителям будет некомфортно находиться там долго, а детям неинтересно там гулять. Со временем такие непродуманные пространства "умирают".

Площадка, на которой нельзя отдохнуть может быть даже менее успешной, чем та, где вовсе нет развлечений. Почему так случается? Потому что те, кто проектировал такие пространства, не представляли себе, для чего они нужны, для кого они это делают. Все беды пустующих площадок, попусту занимающих "драгоценные" площади, от непродуманности. Важно для начала представить в голове гипотетического ребенка. Что он будет делать и что ему интересно? Что будут делать люди, которые его сопровождают?

Часто площадки, организованные в тесных условиях куда интереснее для детей, чем огромные поля, где на одном конце горка, на другом качели, а в самом углу песочница. Все потому, что это произвольно делит детей на маленькие несвязанные группы или вовсе вынуждает детей в одиночку играть с одним элементом, пока не освободится другой на другом конце площадки.

Для ребенка социализация необходима, именно на тех навыках, что он получил в детстве, и будет строиться вся его жизнь, поэтому пространство должно способствовать общению.

Сейчас из малых архитектурных форм чаще всего встречаются те, что рассчитаны на комфортное использование одним ребенком, потому что в таком формате они занимают меньше места и требуют меньших материалов, хотя это не то, на чем стоит экономить. Тем более не все дети могут самостоятельно пользоваться детской площадкой в силу возраста или малой мобильности, поэтому необходимо, чтобы у взрослых была

возможность участвовать в игровом процессе. Детская площадка – это не парк, ей нужно больше полезного пространства и меньше бесполезного.



Рис.2. Площадка.Екатеринбург

Никаких миниатюрных лесенок и узких пространств, закрытых горок-труб и одинокостоящих качелей на одного человека. Никому не хочется проводить время в одиночестве и поэтому должна быть возможность проводить время с родителями, если рядом нет сверстников. Если сверстники есть, должна быть возможность взаимодействия с ними без травмоопасных ситуаций.

Идеальная площадка объединяет людей во всех ее частях в единый процесс игры. Место, комфортное для людей всех возрастов, интересное и безопасное, должно существовать рядом с нашими домами и помогать детям развлекаться и учиться. Не должно быть стыдно за благоустройство детских площадок, мы с гордостью должны называть их украшением города.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р 52169-2012 Оборудование и покрытия детских игровых площадок. Безопасность конструкции и методы испытаний. Общие требования
2. *Джейн Джекобс* Смерть и жизнь больших американских городов, Новое издательство, 2019
3. *Коллин Эллард* Среда обитания. Как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие, Альпина Паблишер, 2019
4. *Глазычев В.Л.* Мир архитектуры. Лицо отдыха. М., Молодая гвардия, 1990
5. *Dorozhkina E.* Defects of building structures for landscaping // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2017. - С. 012059.
6. *Pastukhov A.V., Dorozhkina E.A., Leskovskii I.P.* Product lifecycle vanagement concept in modern industry // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering International Workshop "Advanced Technologies in Material Science, Mechanical and Automation Engineering – MIP: Engineering – 2019". - 2019. - С. 42075.

СТАЛЬ КАК СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

На протяжении всего своего существования человек пытался создавать что-то новое, способное сделать его повседневную жизнь проще и комфортнее, а работу более плодотворной и эффективной. Эти технологии прошлого, дошедшие до наших дней, могут многое рассказать о жизни людей того или другого времени, но ничто лучше архитектуры не может также глобально охарактеризовать быт людей той или иной эпохи. Конечно, первоначально люди, покинув пещеру, строили из подручных материалов, характерных для того или другого региона. Например, таким материалов в Древнем Египте была глина, в Древней Греции-камень, в Древней Руси-дерево, и таких примеров очень много. Но наука никогда не стояла на месте. Со временем “гении” своей эпохи научились не просто использовать те или иные материалы, а “возделывать” их под свои нужды.

Металлы, в частности железо, из которого изготавливались чугун и сталь, не стали исключением. Стоит отметить, что случаи использования стали известны еще с древних времен (например; индийская сталь, дамасская сталь), но в основном они использовались для изготовления холодного оружия, отличающегося высокой твердостью и упругостью и способной пробить доспехи противника. Кардинальное влияние на производство стали оказал английский инженер Бенджамин Гентсман, который изобрел технологию литой стали в XVIII веке. Стоит отметить, что первоначально предприниматели отказывались использовать сталь Гентсмана, объясняя свое решение тем, что она трудно поддается ковке. Но все же сталь проникает в континентальную Европу вначале XIX века, благодаря немецкому предпринимателю Фридриху Круппу. Также начинается активное использование стали в качестве строительного материала.

Сталь - это сплав железа с углеродом (до 2,14%) и другими элементами. Если рассматривать химический состав стали, то условно различают углеродистые и легированные стали. Конечно, из определения можно догадаться, что физико-механические свойства стали зависят от количества углерода, содержащегося в нем и от других элементов-добавок, таких как марганец, кремний, хром, никель, молибден и подобных им. Каждый из этих элементов способен оказать колоссальное влияние на свойства данного сплава. Таким образом, марганец повышает твердость и прочность стали, незначительно уменьшая ее пластичность, кремний способствует повышению упругих свойств, следовательно пе-

реход в состояние текучести состоится при значительно больших напряжениях, никель и хром повышают жаростойкость и коррозионную стойкость, кстати, 276 млрд. долларов, или 3,1% от общего ВВП,- такую огромную сумму составили ущерб от коррозии и затраты на борьбу с ней только в США по последним данным NACE (Национальная ассоциация инженеров-коррозионистов, англ. National Association of Corrosion Engineers). И это только в Соединенных штатах. В нашей стране ежегодные потери от коррозии в 1965 г. оценивались в 2,5 млрд. рублей. Согласно исследованиям Е. Г. Красной, К. Р. Таранцевой и О. В. Фирсовой в последнее время в Российской Федерации ежегодные потери из-за коррозии составляют до 12% общей массы металлофонда, что соответствует утрате до 30% ежегодно производимого металла. Конечно, полностью устранить коррозию нельзя, так как это естественный природный процесс. Но мы можем уберечь наши конструкции от нее, тем самым продлив срок их эксплуатации на долгие годы. Самым эффективным способом борьбы с коррозией является преждевременная изоляция конструкций от агрессивных сред, например; при помощи специальных лаков. Также немаловажным является тот факт, что скорость коррозии, как и всякой другой химической реакции, очень сильно зависит от температуры, и в целом стальные конструкции теряют свою устойчивость при высоких температурах, поэтому в свою очередь очень важно устроить качественную теплоизоляцию. При добавлении молибдена повышаются механические свойства стали.

Но все же основной добавкой, влияющей на свойства сталей остается углерод. Как не странно, прочность, твердость и упругость растут с увеличением процентного содержания углерода в составе стали, но, пластичность и сопротивление удару резко снижаются.

Как мы знаем из курса классической физики, весь мир познается в сравнении. В сравнении человек научился определять степень полезности того или иного материала. Поэтому для лучшего понимания физико-механических свойств сталей, я приведу небольшую таблицу, в которой будут показаны одни из главных характеристик металлов: предел прочности при растяжении и плотность различных сплавов:

Таблица 1

Металл	Предел прочности при растяжении, МПа	Плотность, кг/м ³
Чугун	100-600	7850
Углеродистая сталь	200-600	7850
Легированная сталь	500-1600	7850
Алюминиевые сплавы	100-300	2500-3000

Внимательно взглянув на таблицу можно сделать вывод, что физико-механические свойства легированной стали значительно выше, чем у других сплавов.

Выше мы рассмотрели классификацию стали по химическому составу. Теперь необходимо поговорить о другой, не менее важной классификации по назначению. Так вот, по назначению различают конструкционные, инструментальные и специальные стали.

Инструментальная сталь - это сталь, в которой углерода содержится от 0,7% и выше. Обладает высокой прочностью и твердостью. Как можно догадаться из названия, применяется для изготовления инструментов. Специальная сталь – сталь, предназначенная для изготовления специального вида изделий и деталей (не включенных в массовое производство). Может быть как углеродистой, так и легированной. И наконец, самая используемая – конструкционная сталь, применяемая для изготовления различных деталей, изделий и конструкций как в строительстве, так и в машиностроении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Попов К.Н., Каддо М.Б.* Строительные материалы и изделия. М.:Высш. шк., 2008. С. 140-162
2. *Микульский В.Г., Сахаров Г.П.* Строительные материалы. М.:Издательство АСВ, 2011. С. 455-458
3. *Рыбьев И.А.* Строительное материаловедение. 2 часть, 4-е изд., перераб. и доп.- М.:Издательство Юрайт, 2019. С. 393-417
4. *Соловьев А.К.*, Основы архитектуры и строительных конструкций. М.: Издательство Юрайт, 2014. С. 10-36
5. *Браун М.П.*, Влияние легирующих элементов на свойства стали. -1962. Изд. Гостехиздат. С. 5-21
6. *Kaschina I.V., Nesterova A.N.* The problem of affirmatively architectural form and structural functionalism // Materials Science Forum. 2018. Т. 931 MSF. С. 817-821.

Студентка 2 курса 16 группы ИСА Лесовая В.Р. ,

Студентка 2 курса 16 группы ИСА Уткина А.А.

Научный руководитель-доц., канд. техн. наук, доц. А.Н. Нестерова

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ДОМОВ ИЗ ВЕРТИКАЛЬНО УСТАНОВЛЕННЫХ БРУСОВ В РОССИИ.

В современном мире существует множество технологий возведения жилых зданий и сооружений. Среди этого многообразия нас заинтересовала одна, в использовании которой требуется большое качество и профессионализм. Она носит название NATURI (технология возведения дома из вертикально установленного бруса). Эта технология пользуется большим успехом в Европе и уже используется в современном строительстве.

Краткая история создания технологии

Данная технология берет свои корни в Австрии. Разработчиком технологии NATURI является австриец Георг Ганаус. Он усовершенствовал разные методы строительства, чтобы создать наиболее экологичный и эффективный способ возведения зданий. Также главной проблемой, решением которой занимался Георг Ганаус, была заключена в том, что дерево, как строительный материал, имеет усадку. Согласно рассказам жителей и коллег, идея новой технологии пришла Георгу «от природы».

В 2000 году под руководством Георга Ганса в Австрийских Альпах был построен первый жилой дом по технологии NATURI.

Особенности метода

Перед тем, как ознакомиться со всеми преимуществами и недостатками данной технологии нам требуется понять её суть. Она заключена в том, что в сечении стена представляет собой нечто на подобии пазла. Каждый брус имеет характерные для него гребни и пазы, благодаря которым он соединяется с другими брусками. (Рис. 1)

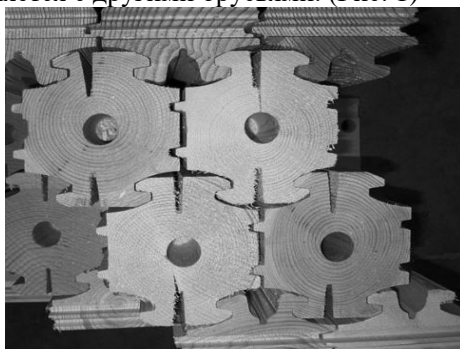


Рис. 1: Соединение брусьев

Внизу, на фундамент, кладут заранее пропитанный различными антипиренами и антисептиками брус. Он носит название окладного

венца. Поверх него кладется доска с отверстиями, в которые в дальнейшем будут крепиться вертикально установленные брусья. При помощи специального крепежного изделия под названием «нагель», стены делают любой толщины. С внешней и внутренней стороны устанавливаются облицовочные доски, также имеющие характерный рисунок для крепления к основным брусьям.

Теперь, зная то, как происходит установка брусьев и возведение здания, мы можем рассмотреть основные преимущества и недостатки технологии.

Преимущества:

-Почти полное отсутствие усадки позволяет производить возведение кровли сразу же после окончания работ с главными несущими конструкциями. Здесь не требуется ожидать более шести месяцев, чтобы избежать усадки материала.

- Дерево способно выдерживать большую нагрузку в вертикальном положении, нежели в горизонтальном.

-Красота и эстетическая привлекательность постройки. Так, например, лиственница применяется для внешней стороны, чтобы избежать гниения, а кедр используют внутри, благодаря его положительному воздействию на здоровье человека.

-Ветрозащита и отсутствие необходимости дополнительного утепления.

Недостатки:

-Трудоемкость изготовления необходимых брусьев.

-Для возведения здания с помощью вертикально установленных брусьев необходима работа специалистов, чтобы избежать серьезных ошибок в возведении здания.

-Низкая устойчивость к огню и к гниению. При строительстве важно помнить о пропитке дерева антисептиками и антипиренами перед его установкой.

Применение технологии NATURI в России

Технология NATURI уже во всю принимается во всей Европе в роли экологичного и эстетического домостроения. Но в России эта технология не так распространена, мы бы даже сказали, о ней мало кто знает.

Хотя, истории уже известны примеры жилых домов из вертикальных брусьев, построенных в России. Так, например, в 1841 году в подмосковной усадьбе известного русского писателя Федора Тютчева по принципу вертикального домостроения был построен жилой дом. На данный момент ему насчитывается 179 лет.

Что касается современного мира, вертикальный брус еще только начинает внедряться в российское строительство. Чаще всего, это постройки, приспособленные, как дачи или загородные коттеджи. Как нам кажется, возводить нечто большее по данной технологии в нашей стране невозможно по ряду причин. Во-первых, в настоящее время в России недостаточно специалистов, которые разбираются в данной технологии. Во-вторых, не многие заводы в России способны изготовить точные детали без брака., что заставляет компании заказывать их из других стран. А это лишь поднимает стоимость строительства.

Но все же в России есть одна фирма, которая предложила свою технологию вертикального бруса с другой системой крепления. Она называется TWIN BEAM.

то профилированный клееный брус, устанавливающийся на фундамент в два ряда со смещением, а сверху скрепляющийся специальным профилем-замком. В данном случае, толщина стены может достигать 500 мм, а из-за того, что конструкция стен составляет из себя многослойный пирог, то она в достаточной мере сохраняет внутри себя тепло и изолирует внутреннее помещение от внешнего шума.

Как мы выяснили из всего вышеперечисленного, технология NATURI является новичком в сфере российского строительства, и ее актуальность, на данный момент, близка к нулю. Несмотря на это, технология NATURI дала начало новым методам деревянного строительства и позволила использовать деревянные брусья не только в привычном, горизонтальном виде, но и в вертикальном. Мы надеемся, что в ближайшем будущем актуальность данного способа в нашей стране вырастет в разы и станет одним из ведущих методов в сфере строительства, так как дома, выполненные по этой технологии, приносят не только эстетическое наслаждение простому обывателю, но и помогают нашим мастерам использовать экологически чистые материалы в своих постройках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Калугин А. В.* Деревянные конструкции. М.: Ассоциации строительных вузов, 2008.- 221 с.
2. *Денисов С. А.* Современные деревянные дома и бани М.:Вече, Москва. - 2008. – 319 с.
3. *М. Мартемьянов, В. Г. Пономаренко, Екатерина Ильина* Строим из бруса. М.: Эксмо, 2015.-272 с.
4. *Самойлов В.С.* Строительство деревянного дома. ООО «Аделант», 2010. - 384 с.
5. *Соколова А.Н., Мельников Д.В.* Умный дом и энергосберегающие технологии // В сборнике: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ И ИННОВАЦИИ сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции: в 3 частях. 2017. С. 81-85.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЛИК ФЛИГЕЛЯ В КОМПЛЕКСЕ УСАДЬБЫ ТОЛСТОГО В СЕЛЕ КРАСНЫЙ РОГ

Граф Алексей Константинович Толстой – одна из самых неординарных личностей в русской литературе. Будучи талантливым писателем, поэтом и драматургом, он занимал особое положение в обществе благодаря близости к царскому двору. Жизнь Толстого до сих пор не оставляет в покое исследователей, так как из-за недостатка архивных материалов его достоверная биография до сих пор не написана.

Почти вся жизнь Алексея Константиновича, начиная с детства, связана с Красным Рогом, где располагалась усадьба, которую великий писатель считал своей истинной родиной. Эта усадьба досталась Толстому в наследство от дяди по материнской линии Перовского А.А. По сохранившимся сведениям, постройки усадьбы располагались таким образом, что главный дом находился в окружении четырёх флигелей, фасады которых располагались перпендикулярно углам дома, как бы вписывая его в символический круг. В 30-е годы девятнадцатого века четыре флигеля, окружающие главный дом, были сдвинуты так, что два из них оказались на одной оси с домом. Каждый из флигелей имел своё назначение. Один использовался в качестве гостевого. Флигель, располагающийся напротив левого, восточного торца использовался как кухня. Что располагалось в оставшихся двух доподлинно неизвестно, но скорее всего это были людская и сторожка.

В данной статье рассмотрим флигель-людскую (он же флигель графини Толстой С.А). Людская предназначалась для проживания в ней работников усадьбы. Также возможно там размещался управляющий Бирюкович А. С. Описание этого флигеля можем найти у Е.М. Мухановой. «Во дворе перед главным зданием, справа, неподалеку от ворот, ведущих во двор, стоял другой небольшой дом. В плане домик этот имеет четырёхугольную форму с более узким выступом сзади. Спереди - балкон; подобный же балкон сзади, глаголем между выступом и передним четырёхугольником. С этого балкона -вход в переднюю.» Воспоминания Ковалёва С. К. свидетельствуют о том, что в начале 20 века флигель имел кирпичный фундамент, веранду со двора и крышу, крытую щепой. Это мы можем рассмотреть на реконструкции рис. 1, выполненной по описаниям [1]. После смерти Толстого А. К. в этом флигеле расположилась графиня, предоставив главный дом гостям. Во флигеле часто гостили именитые гости, составляющие круг собеседников вдовы поэта.

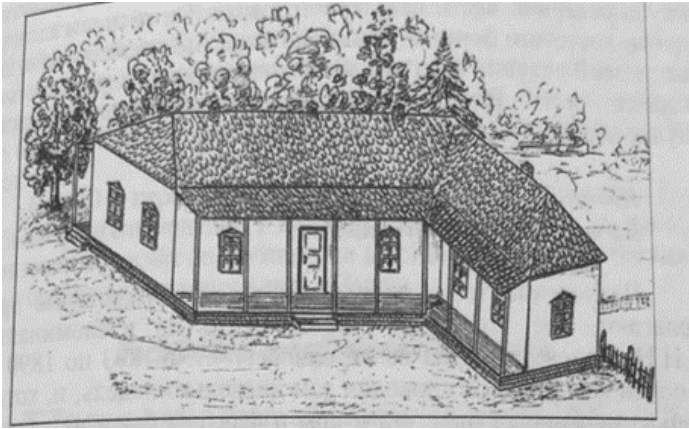


Рис. 1 Аксонометрия флигеля

На рис. 2 представлена внутренняя планировка, также выполненная по рисункам и описаниям [1].

В четырёхугольной части дома помещалась спальня Толстой и 3 комнаты, предназначенные для детей и прислуги, с выходом на балкон-террасу, а также туалетная комната. В выступе находился кабинет графини. Все комнаты были непроходные, и попасть в каждую из них можно было через длинную переднюю, проходящую практически через весь флигель. Четырёхугольную часть дома и выступ объединял балкон «глаголем», через который осуществлялся вход в строение.

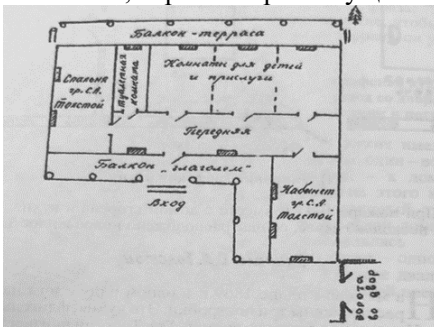


Рис. 2 Эскиз планировки

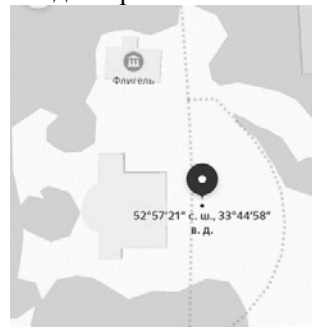


Рис. 3 Позиция главного дома

Флигель Толстой – одна из построек, которая, в историческом виде к сожалению, не сохранилась до наших времен. Теперь на картах мы можем наблюдать только главный дом и гостевой флигель (рис. 3). Актуальной задачей является моделирование этой постройки на основе современных подходов к трехмерному проектированию и оптимизации, например, описанных в работах [2-6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *В.Д. Захарова* По следам Алексея Константиновича Толстого. Вымыслы и правда. Брянск, Супонево. –240 с.
2. *Алексейцев А.В., Марченков П.А., Кашильников Р.М., Маненак С.В.* Применение твердотельного моделирования в концептуальном проектировании зданий и сооружений // В сборнике: Современные проблемы высшего профессионального образования материалы научно-методической конференции. 2013. С. 39-43.
3. *Алексейцев А.В., Рожнов В.С., Курченко Н.С.* Применение твердотельного моделирования в инженерном благоустройстве территорий // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова». Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова. 2015. С. 625-630.
4. *Курченко Н.С., Рожнов В.С., Алексейцев А.В., Соболева Г.Н.* Об автоматизированном проектировании наружных инженерных сетей водоснабжения и водоотведения // В сборнике: Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 96-100.
5. *Alekseytsev A.V., Al Ali M.* Optimization of hybrid i-beams using modified particle swarm method // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 7 (83). С. 175-185.
6. *Alekseytsev A.V., Gaile L., Drukis P.* Optimization of steel beam structures for frame buildings subject to their safety requirements // Инженерно-строительный журнал. 2019. № 7 (91). С. 3-15.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕРМОПРОФИЛЕЙ ЛСТК, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ

В наше время, все более популярнее, становится технология возведения зданий с использованием лёгких стальных тонкостенных конструкций (технология ЛСТК). Областью применения ЛСТК является возведение несущих стен малоэтажных зданий, каркасы зданий средней этажности, панели многоэтажных зданий, модульные конструкции, бескрановые конструкции павильонного типа, надстройки и другие элементы реконструкции зданий, системы прогонов и т.п. [2]. ЛСТК профили изготавливаются толщиной до 2 мм методом холодного проката, что позволяет в местах среза и сверления избежать коррозии. Для исключения «мостков холода» в ограждающих конструкциях используются термопрофили, которые имеют прорези, различные по размерам и геометрии. От качества стройматериалов, от профессионализма проектировщиков и строителей зависит дальнейшая судьба построенного здания. Профили изготавливаются методом холодного проката из нержавеющей оцинкованной стали. Формы профилей разнообразны, т.к. именно они обеспечивают прочность и жесткость конструкции. Наиболее распространенной является U-образная форма.

Технология ЛСТК позволяет достаточно быстро строить энергоэффективные, прочные, эстетичные и долговечные сооружения. Конструкции каркасов из ЛСТК могут быть применены в постройке объектов разнопрофильного назначения, высотой до пяти этажей. В традиционных проектных решениях малоэтажных зданий из ЛСТК стеновое ограждение представляет собой каркас из тонкостенных стоечных профилей, расположенных с шагом 600 мм, как правило, с заполнением минераловатными или стекловолоконистыми плитами. С внутренней и наружной сторон стенового ограждения предусматривается обшивка [4]. Крепление производится за счёт саморезов. На практике, форма и назначение здания зависит только от находчивости проектировщика и заказчика. Каркас здания из ЛСТК не обладает большой массой, что позволяет не использовать массивный фундамент. Монтаж может быть осуществлён без применения тяжёлой строительной техники в любых погодных условиях, за счёт отсутствия «мокрых» процессов (кроме заливки фундамента). Конструкции из ЛСТК могут выдержать до 9 баллов по шкале Рихтера и не терять свои эксплуатационные свойства до 100 лет. Дома из профилей ЛСТК не дают усадку, что даёт возможность произвести отделочные работы сразу.

Рассмотрим основные формы термопрофилей, применяемые в современном строительстве:

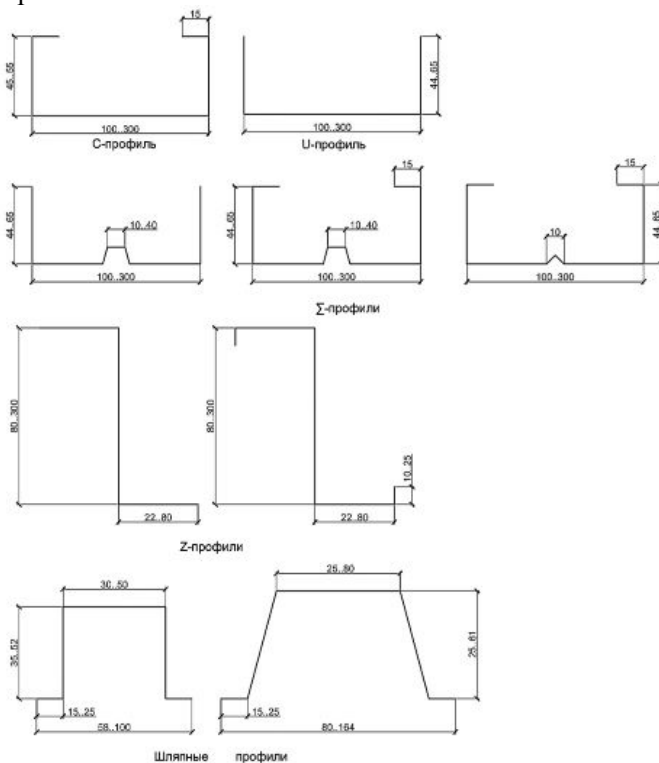


Рис. 1. Основные формы термопрофилей

Популярность использования ЛСТК в России с каждым годом растет. Эта технология достаточно универсальна в своем применении. С применением технологии ЛСТК можно возводить и реконструировать здания жилого и нежилого назначения. Каркасные системы из ЛСТК профилей очень разнообразны, их можно использовать вместе или по отдельности, что также даёт вариативность возведения различных зданий.

Выводы:

1. Анализ альбомов технических решений ведущих производителей профилей ЛСТК показал принципиальное единообразие основных геометрических форм, при изготовлении термопрофилей;
2. Форма и расположение перфорации существенно влияет на теплотехнические характеристики термопрофилей;
3. Несущая способность термопрофилей хорошо изучена.
4. Теплотехнические характеристики ЛСТК профилей требуют исследований и расчётов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Безбородов Е.Л.* Влияние перфорации на теплотехнические характеристики «термопрофилей» легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) // «Инновации и инвестиции». № 2 – 2019. С. 191-194.
2. *Леценко М.В., Семко В.А.* Теплотехнические свойства стеновых ограждающих конструкций из стальных тонкостенных профилей и полистиролбетона // Инженерно-строительный журнал. №8 - 2015. С.44-52.
3. *Самсонова А.О., Васеева А.Э.* Проектирование объектов гражданского строительства с применением лёгких стальных тонкостенных каркасов (ЛСТК) // Современные вопросы науки и образования - XXI век сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции: в 7 частях - 2012. С. 117-120.
4. *Корнилов Т.А., Герасимов Г.Н.* О некоторых ошибках проектирования и строительства малоэтажных домов из легких стальных тонкостенных конструкций в условиях Крайнего Севера // Промышленное и гражданское строительство. 2015. №3. С.41-45.
5. *Орлова А.В., Жмарин Е.Н., Пармонов К.О.* Энергетическая эффективность домов из ЛСТК // Строительство уникальных зданий и сооружений – 2013. №6 (11). С. 1-13.

ДЕФЕКТЫ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В современной строительной практике к светопрозрачным конструкциям относят, прежде всего, следующие типы ограждающих конструкций зданий – окна и наружное балконное остекление, светопрозрачные фасады, зенитные фонари и светопрозрачные кровли [1-3]. Технические и функциональные требования к светопрозрачным конструкциям определяются необходимостью обеспечения безопасной эксплуатации подобных конструкций, а также заданных параметров микроклимата помещений [4]. При этом, базовым функциональным требованием к светопрозрачным конструкциям является обеспечение естественного освещения помещений как в зимний, так и летний период эксплуатации [5-10]. Перечень требований, предъявляемых к светопрозрачным конструкциям, определяется для каждого конкретного объекта индивидуально. Он зависит от функционального назначения здания и выполняемых в нем процессах, климатических условий строительства, прочих архитектурно-строительных требований проекта [10-13]. Очевидно, что невыполнение какой-либо функции светопрозрачной конструкции можно считать ее дефектом.

Существующие нормативные документы (ГОСТ 34379-2018) определяют дефект светопрозрачной конструкции как несоответствие какого-либо ее технического параметра, установленного проектом или действующей нормативно-технической документацией. Данное определение является достаточно общим, поэтому постараемся провести ее уточнение. Для этого сначала проведем разделение требований к светопрозрачным конструкциям на отдельные группы. Среди основных требований можно выделить:

- восприятие всех действующих на светопрозрачные конструкции нагрузок и воздействий без разрушений;
- обеспечение заданных параметров микроклимата помещений (тепловая защита, естественное освещение и пр.);
- обеспечение потребительских качеств (прежде всего, внешнего вида, моральный износ) составными элементами светопрозрачных конструкций (например, профилей фасадных стоек или оконных блоков в составе окна).

Несоблюдение любого из этих требований будет считаться дефектом светопрозрачной конструкций. При этом один и тот же дефект может по-разному влиять на работоспособность конструкции. Рассмотрим некоторые примеры дефектов светопрозрачных конструкций и постараемся разработать на их основе классификацию по значимости.

А. Разгерметизация стеклопакетов. Данный тип дефекта может нести различные последствия для светопрозрачных конструкций разных типов. В оконных конструкциях, располагаемых вертикально, разгерметизация стеклопакетов приводит к значительному снижению их теплотехнических характеристик, однако практически не скажется на эксплуатационной безопасности окон. Разгерметизация стеклопакетов в светопрозрачных кровлях будет сказываться не только на снижении теплотехнических характеристик подобных конструкций, но и на снижении несущей способности стеклопакетов (стёкла в составе стеклопакета начинают работать отдельно друг от друга).

Б. Образование конденсата на внутренней поверхности светопрозрачной конструкции. Данный дефект сопровождается значительным снижением показателей микроклимата помещений. Однако степень его воздействия на светопрозрачные конструкции, выполненные из различных материалов, будет сильно отличаться. Образование конденсата может оказывать большое влияние на внешний вид деревянных оконных блоков. В отдельных случаях это явление может приводить к образованию очагов гниения древесины. Для оконных блоков из ПВХ профилей процесс образования конденсата оказывать существенное влияние на внешний вид конструкций не будет.

Таким образом, можно выделить следующие группы дефектов по их значимости и влиянию на работу светопрозрачных конструкций:

- критические дефекты потенциально угрожают жизни / здоровью людей, которые непосредственно используют светопрозрачную конструкцию, или находятся поблизости к ней;
- значительные дефекты могут существенно снижать эксплуатационные характеристики светопрозрачных конструкций или сказываться на обеспечении их нормальной эксплуатации;
- малозначительные дефекты не оказывают значительного влияния на выполнение светопрозрачными конструкциями своих функций, однако снижают их потребительские качества.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борискина И.В., Щуров А.Н., Плотников А.А.* Окна для индивидуального строительства. Москва: Функэ Рус. 2013. 320 с.
2. *Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В.* Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Выбор. 2008. 360 с.
3. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II Оконные системы из ПВХ. Санкт-Петербург: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна». 2005. 320 с.

4. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 14-17.
5. *Ларионова К.О.* Сравнительный анализ методик расчета коэффициента естественной освещенности для систем бокового и верхнего естественного освещения помещений // Научное обозрение. 2016. № 15. С. 65-70.
6. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* Вопросы естественного освещения помещений общественных учреждений, расположенных в одноэтажных пристройках к многоэтажным зданиям или на их первых этажах // Научное обозрение. 2016. № 15. С. 42-47.
7. *Ларионова К.О.* Светотехническое влияние окружающей застройки в помещениях с системой верхнего естественного освещения // Научное обозрение. 2015. № 14. С. 94-97.
8. *Ларионова К.О.* Натурные и теоретические исследования естественного освещения в помещениях с системой верхнего света с учетом светотехнического влияния окружающей застройки // Научное обозрение. 2015. № 13. С. 58-62
9. *Стецкий С.В., Ларионова К.О.* Светотехнические свойства противостоящей застройки при расчетах естественной освещенности в заглубленных помещениях с системой верхнего естественного освещения // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 3. С. 69-73.
10. *Константинов А.П., Борискина И.В., Плотников А.А.* Особенности накопления снега на эксплуатируемых стеклянных куполах. Жилищное строительство // 2010. № 11. С. 38-41.
11. *Верховский А.А., Зимин А.Н., Потапов С.С.* Применимость современных светопрозрачных ограждающих конструкций для климатических регионов России // Жилищное строительство. 2015. № 6. С. 16-1
12. *Константинов А.П., Верховский А.А.* Воздухопроницаемость современных оконных блоков из ПВХ и алюминия // Жилищное строительство. 2019. № 4. С. 39-45.
13. *Константинов А.П., Верховский А.А.* Влияние отрицательных температур на теплотехнические характеристики оконных блоков из ПВХ профилей // Строительство и реконструкция. 2019. № 3 (83). С. 72-82.

ВЛИЯНИЕ ОТРАЖЕННОГО СВЕТОВОГО ПОТОКА НА ОСВЕЩЕННОСТЬ И ИНСОЛЯЦИЮ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Стремление сделать города более плотными, компактными привело к проблеме нехватке естественной освещенности уже существующей застройки. Чаще всего от этого страдают малоэтажные общественные здания, находящиеся внутри застраиваемого района.

Возникшие проблемы повышения плотности застройки и этажности в крупных городах, совместно с ухудшением санитарно-гигиенических условий жизнедеятельности населения в условиях плотной застройки, привели к ухудшению условий размещения общеобразовательных учреждений, уменьшению территорий под строительство общественных зданий и недоброкачественному соблюдению санитарно-гигиенических требований при их проектировании. Сокращение придомовой территории и повышение этажности приводит к уменьшению количества прямых солнечных лучей, падающих на прилегающую территорию и помещения общественных зданий. В данной статье будут рассмотрены способы повышения инсоляции общественных зданий с использованием отраженного светового потока.

Расчет продолжительности инсоляции включается в один из разделов при разработке проектной документации, который потом проходит проверку в экспертизе. Требования, предъявляемые к жилым, общественным зданиям или территории застройки закреплены в СанПин 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий». В апреле 2017 года были внесены изменения в нормы СанПин 2.2.1/2.1.1.1076-01. Изменения затронули нормативную продолжительность инсоляции в центральной зоне, ее уменьшили на два месяца. Существует несколько путей решения проблемы инсоляции- это грамотное размещение здания и его планировка, увеличение светового проема, использование отраженного светового потока от фасадов рядом стоящих зданий и улучшение уровня инсоляции искусственными способами.

Так, Казанским государственным энергетическим университетом в 2014 году был разработан комплекс гелио- освещения, позволяющим увеличить инсоляцию в плотной городской застройке. Конструкция представляет собой систему из 10 гелиостатов, расположенных на крышах соседних зданий. Каждый гелиостат имеет 16 зеркал и два привода. Поверхность выполнена из акрилового стекла с нанесением амальгамы на тыльную сторону. Движение осуществляется автоматически в зависи-

мости от заданной программы. Принцип действия- перенаправление светового потока, который попадает на зеркальную поверхность, внутрь помещения. Все сегменты конструкции находятся в одной плоскости. Гладкий, пластичный материал акрилового зеркала обладает уникальными оптическими и механическими свойствами, а именно хорошей отражающей способностью и малой массой. Такая установка позволяет перенаправлять отраженные лучи в нужное направление, создавая требуемый уровень инсоляции.

Проблема недостаточного уровня естественной освещенности исследуется и за рубежом. Британской проектной лабораторией NBBJ в мае 2014 года были проведены исследования, связанные с использованием отраженного солнечного потока от фасада здания. На первом этапе моделирования в программе Rhinoceros было внесено множество исходных данных, такие как архитектурные и нормативные требования к общественным и жилым помещениям. В результате моделирования программа предложила несколько вариантов моделей, которые в дальнейшем были проанализированы специалистами и архитекторами и доработаны для максимально возможного рассеивания отраженного светового потока на затененную территорию и фасады рядом стоящих зданий. За счет изогнутой геометрической формы фасада, выполненного из материала с высоким коэффициентом отражения, была обеспечена нормальная инсоляция рядом стоящих зданий и затененных территорий. Результатом проекта была модель здания башенного типа, которое способно исключить около 60 процентов теней, возникших от самих зданий. Другое улучшение, которое было предложено- это делать надстройки, устраивать стеклянные экраны, строить здания такой геометрической формы, которая могла бы отразить максимальное количество солнечного света. Но стоит учесть, что надстройка может уменьшить коэффициент естественного освещения, так же данная надстройка должна отражать не только прямое солнечное излучение, но и рассеянное в облачную и пасмурную погоду. Исходя из этого следует проектировать наиболее оптимальную форму фасада.

Во время выполнения выпускной квалификационной работы автор так же столкнулся с проблемой недостаточного уровня естественной освещенности. Проектируемое здание- общеобразовательное учреждение, рассчитанное на 1500 мест. Объект проектирования находится в плотной городской застройке, преимущественно состоящей из многоэтажных жилых зданий. Для решения этой проблемы был рассмотрен ряд вариантов использования юго-восточных и южных фасадов рядом стоящих зданий для отражения светового потока на мало освещенный участок школы. Фасады рядом стоящих зданий рекомендуется выполнять из светлых отделочных материалов, у которых отражающая способность

выше по сравнению с материалами, выполненными в темных оттенках. Количество отраженного света зависит от коэффициента отражения материала, из которого выполнен фасад здания и его цвета.

В ходе проведенного анализа ситуации можно сделать вывод, что наиболее рациональным вариантом решения проблемы будет использование эффективного, с точки зрения способности отражения светового потока, фасада и использование светлых оттенков для улучшения способности отражения. Считаю, что для расчета уровня инсоляции при проектировании общественных зданий стоит учитывать не только прямое солнечное излучение, но и отраженное от поверхностей рядом расположенных фасадов зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01. Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 10 апреля 2017г.
2. *А.В. Саморуков*, Способ учета инсоляции как инструмент формообразования в архитектурном проектировании. Электронный ресурс [https://aeterna-ufa.ru/sbornik/AP_12_2017]
3. *Л.Н. Орлова*, Основы формирования световой среды городской застройки, Нижегород. гос. архитектурно-строительный университет. Н. Новгород, 2006
4. *А. Щербач, В. Тур, М. Марковский* Современные технологии // Инженерный вестник дона, 2014, №5 стр. 13-15
5. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II Оконные системы из ПВХ. Санкт-Петербург: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна». 2005. 320 с.
6. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 14-17.

АУТРИГЕРЫ В ВЫСОТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

При высотном строительстве, которое широко распространено в современном мире. С увеличением высоты объекта восприятие высотным зданием горизонтальных (напр. ветровые) нагрузок неизбежно становятся всё более острым вопросом. Таким образом, при расчёте, проектировании и строительстве возрастают требования к сопротивлению боковым и сейсмическим нагрузкам. Аутригеры являются инструментом по борьбе с ветровыми нагрузками и сейсмическими воздействиями.

Хотя в условиях современной многоэтажной застройки существует множество различных методов снижения боковых сдвигов, аутригеры являются одними из самых эффективных из подобных методов.

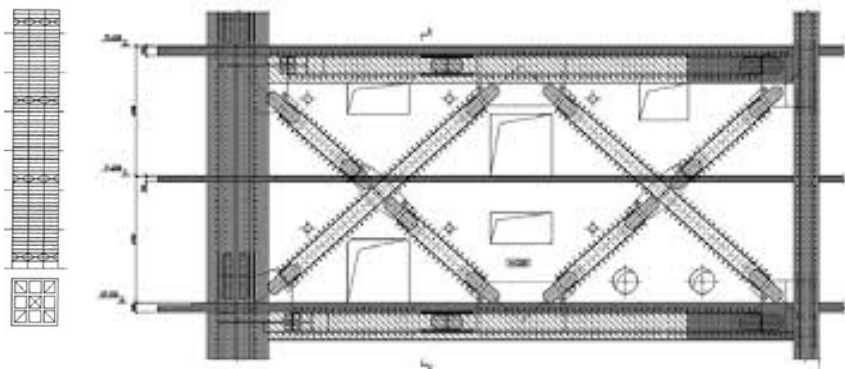


Рис. 1

1

Рис. 2 Опорный аутригер

Аутригерами являются распорки, образующие связь между ядром жесткости здания и его внешними колоннами, тем самым обеспечивают их совместную работу. Аутригеры функционируют как демпфер, нивелируя горизонтальные колебания. Аутригер в стандартном понимании состоит из опоясывающей фермы по внешним колоннам и вертикальных связей, которые соединяют фермы и ядро. Однако, конструкция аутригера уникальна для каждого объекта, и даже в одном объекте могут быть использованы конструктивно отличающиеся друг от друга аутригеры.

Так, аутригеры могут быть устроены в пределах одного этажа или двух, кроме того, в них могут отсутствовать опоясывающие фермы или связи. Также аутригеры классифицируют по способу соединения ядра жесткости и наружных колонн: опорные и условные. В опорных – фермы напрямую соединяют колонны и ядро, колонны в таком случае располагаются по контуру здания. В условных аутригерах отсутствует прямое

соединение ядра с бандажными ленточными поясами, при использовании данного типа аутригеров необходимо применение перекрытий с высокой горизонтальной жёсткостью.

Преимущества применения аутригеров:

- уменьшение опрокидывающего момента и вызванных им деформаций;
- сокращение перемещений и напряжений по системам фундаментов и колонн;
- уменьшение стоимости конструкции за счёт увеличения её эффективности;
- вариативность данного инструмента позволяет адаптировать его под конкретные конструкции.

Недостатками применения аутригеров являются:

- сложность монтажа аутригеров;
- аутригерные этажи имеют ограниченные возможности внутреннего планировочного решения

При устройстве аутригеров в высотном здании остро встает вопрос о рациональном использовании этого конструктивного решения. Так необходимо выбрать количество аутригеров, сколько этажей будет занимать каждая конструкция и ее вид. Так в башне “Лахта центра” установлено 5 аутригеров, 4 из них занимают по 2 этажа, а пятый имеет вид железобетонной шайбы.



Рис. 3 Аутригер башня “Лахта центр”

Устройство аутригеров позволяет уменьшить пространство, занимаемое ядром жесткости, и увеличить расстояние от ядра жёсткости до наружных конструкций, кроме того, сократить площадь армирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Травуш В.И.* Аутригерные конструкции высотных зданий со стальным каркасом // Высотные здания, 2014, №2 стр. 46-49
2. *Потанова Ю.И.* Высотное строительство в России – проблемы, задачи и способы их решения // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 6. – С. 14-16;
3. *Mendis P.* Wind Loading on Tall Buildings // EJSE Special Issue: Loading on Structures, 2007
4. *Щербач А., Тур В., Марковский М.* Современные технологии // Инженерный вестник Дона, 2014, №5 стр. 13-15
5. *Карамышева А.А., Колотиенко М.А., Ковалев В.В., Даниленко И.Ю.* Аутригеры высотных зданий // Инженерный вестник Дона, 2018, №3 стр. 26-32

Студентка 4 курса 10 группы института ИСА Курушкина К.С.
Студент 4 курса 10 группы института ИСА Горбачев К.В.
Научный руководитель - доц., канд. техн. наук, А.П. Константинов

РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСАХ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

Современная архитектура и строительство гражданских зданий характеризуется широким применением светопрозрачных конструкций [1-3]. Эта тенденция наблюдается в т.ч. и в объектах массового строительства. Одним из наиболее распространённых типов светопрозрачных конструкций являются оконные конструкции на основе профилей из ПВХ или алюминиевых сплавов. Современные оконные конструкции имеют ряд технических и технологических ограничений, о которых зачастую не знают архитекторы, выполняющие на уже на начальных этапах архитектурно-строительного проектирования назначение размеров, схем открывания и требуемых значений эксплуатационных характеристик подобных конструкций [4,5]. Из-за этого во многих случаях уже на стадии реализации объекта возникает ряд технических сложностей в реализации заложенных в проект решений. Для корректного назначения применяемого на объекте технического решения оконных конструкций еще на начальных стадиях архитектурно-строительного проектирования, необходимо либо привлечение специалистов, имеющих необходимые знания и умения расчета и проектирования светопрозрачных конструкций (что не всегда возможно), либо обеспечение архитекторов инструментами проектирования подобных конструкций. В существующих условиях повсеместного использования технологии информационного моделирования зданий логичным видится выполнение проектирования и расчета оконных конструкций в программных комплексах информационного моделирования зданий.

В существующей проектной практике при назначении конструктивного решения окон в программных комплексах информационного моделирования зданий используется один из следующих подходов:

- использование встроенных в программный комплекс инструментов для проектирования окон.
- применение библиотечных элементов, загруженных во внутреннюю библиотеку программного комплекса.
- использование библиотечных элементов окон, разработанных проектировщиками или непосредственно производителями оконных конструкций.

При использовании первых двух подходов используются упрощенные геометрические модели окон, содержащие минимальное количество информации о их технических и эксплуатационных характеристиках.

Как правило, при этом не учитываются технические ограничения и реальные эксплуатационные характеристики применяемых оконных систем. Архитектор задает требуемые и фактические эксплуатационные характеристики окон самостоятельно. Это в дальнейшем, как отмечалось ранее, может вызывать сложности с реализацией заложенных в проект решений.

При использовании третьего подхода отдельные эксплуатационные характеристики окон могут быть учтены и рассчитаны производителями, что конечно снижает возможность появления проектных ошибок. Отличительной особенностью библиотечных элементов оконных конструкций, разработанных производителями, является чрезмерная графическая детализация конструкций. Это обстоятельство значительно увеличивает размер файлов библиотечных элементов и сказывается на скорости работы компьютера и программных комплексов. Использование данного подхода связано также с техническими сложностями в случае использования на стадии реализации объекта оконных конструкций сторонних производителей, чьи эксплуатационные и технические характеристики отличаются от первоначально заложенных в проект.

Рациональным видится совмещение указанных выше подходов. Данный подход к назначению технических и эксплуатационных характеристик оконных конструкций подразумевает использование обезличенных решений оконных конструкций, которые базируются на усреднённых характеристиках оконных конструкций различных производителей. Библиотечные элементы оконных конструкций при этом должны содержать следующую информацию:

- нормативные значения эксплуатационных характеристик оконных конструкций (сопротивление теплопередаче, воздухопроницаемость, индекс звукоизоляции, светопропускание и пр.). Данные эксплуатационные характеристики могут быть рассчитаны по методикам действующих нормативных документов непосредственно в библиотечных элементах оконных конструкций на основе исходных данных, заложенных в проект – климатических данных региона строительства, проектных значений температурно-влажностного режима помещений;

- фактические эксплуатационные характеристики окон. Они также могут быть рассчитаны непосредственно в библиотечных элементах оконных конструкций на основе усредненных технических характеристик составных элементов оконных блоков (профилей, стеклопакетов).

- технологические ограничения производителей оконных конструкций (габаритные размеры, схемы открывания и пр.). Данные сведения

уже сейчас содержаться в специализированных нормативных документах по проектированию оконных конструкций (например, ГОСТ Р 56926-2016).

Для упрощения работы с библиотечными элементами окон они должны содержать минимально объем графической информации, необходимой только для оформления архитектурно-строительной документации на объект строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борискина И.В., Щуров А.Н., Плотников А.А.* Окна для индивидуального строительства. Москва: Функэ Рус. 2013. 320 с.
2. *Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В.* Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Выбор. 2008. 360 с.
3. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II Оконные системы из ПВХ. Санкт-Петербург: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна». 2005. 320 с.
4. *Константинов А.П., Ибрагимов А.М.* Комплексный подход к расчету и проектированию светопрозрачных конструкций // Жилищное строительство. 2019. № 1-2. С. 14-17.
5. *Тихомиров А.М., Константинов А.П., Курушуккина К.С.* Проектирование оконных конструкций с применением технологии информационного моделирования зданий // Наука и бизнес: Пути развития. 2018. № 11(89). С. 123-128.

Студент 4 курса 9 группы ИСА Мбеве Л.

Студентка 4 курса 10 группы ИСА Данильченко А.Е.

Студентка 4 курса 10 группы ИСА Фомина А.Д.

Научный руководитель — доцент, канд.тех.наук, доцент Е.В. Сысоева

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГОРОДСКОГО УСТРОЙСТВА СТОЛИЦЫ ЗАМБИИ ЛУСАКИ ДЛЯ СОЗДАНИЙ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОГО ГОРОДА, РАЗВИВАЮЩЕГО ЧЕЛОВЕКА

Для формирования и преобразования любого города в биосферосовместимый и развивающий человека необходимо соблюдать такие принципы градостроительства, которые бы помогли выполнить все функции города, удовлетворяющие потребности человека: жизнеобеспечение (жилые здания, работа и транспорт, др.), развлечение, власть, милосердие, образование, познание мира и творчество, связь с Природой [1].

Рассмотрена потребность людей в новых знаниях, изучении и развитии науки, др. на примере города Лусаки в Замбии.

Это определяет необходимость создания системы образования (детские сады, школы, институты, университеты и др. образовательные учреждения), проектирование и строительство образовательных учреждений.

Целью данного исследования является разработка плана биосферосовместимого города, развивающего человека, на примере г. Лусаки (Замбия); создание градостроительного пространства с учетом исторических особенностей города и полное раскрытие ресурсных возможностей территории; создание среды, развивающей человека.

Для этого были рассмотрены имеющиеся архитектурные ресурсы г. Лусаки на примере зданий образовательных учреждений, являющихся частью функций города, т.е. рассмотрена позиция города, как образовательной среды, которая формирует и развивает человека.

В Лусаке на данный момент построено и функционируют 77 школ и 23 университета. На каждой следующей ступени образования число образовательных учреждений сокращается в 2 и более раз. Большая часть учреждений Высшего образования приходится на частные университеты, их в 3,5 раза больше государственных. Данное соотношение отражает то, что в Замбии получение бесплатного высшего образования является малодоступной возможностью. На один государственный университет приходится свыше 390 тысяч человек в возрастной категории от 15 до 24 лет. Таким образом, количество мест в образовательных учреждениях не позволяет предоставить квалификацию потенциальным специалистам для замбийцев, что ведет к безработице, последующей бедности, необходимости использования зарубежного интеллектуального труда [3, 4].

Учитывая быстрый прирост населения (около 2,9% в год), Замбии необходимо увеличивать количество государственных учебных заведений, в частности, учреждений высшего образования, что позволит воспитать местных специалистов в разных сферах, в том числе и строительной. По прогнозам к 2035 г. население в Замбии будет более 27 миллионов человек, т.е. в 10 раз больше (950%), чем в 1955 году и в 1,5 раза (500%) больше нынешнего года. Таким образом, к 2035 году в г. Лусаке на один государственный университет будет приходиться 1,8 млн. человек в возрасте от 15 до 24 лет. Число университетов необходимо увеличить до 14, чтобы снизить это соотношение до 38150 чел. на один университет [5].

Выводы:

1. Для быстрого наращивания строительного производства в любой точке страны необходим высокий уровень развития дорожной сети и транспортной инфраструктуры. В работе рассмотрены и разработаны пути развития транспортных систем для возможности увеличения объемов строительства в г. Лусаке и Замбии с учетом экологических и социальных возможностей страны (рис.1) [6].

2. Для полноценного развития строительства в Замбии необходима система местного планирования и нормирования в строительстве.

3. Необходимо развивать подготовку местных специалистов, привлекая экспертов в этой области из других развитых стран, таких как Россия и т. д.

4. Несмотря на высокую стоимость, необходимо увеличить объемы строительства учебных заведений и ввести обязательное бесплатное образование.

5. Замбии необходимо инвестировать в строительные технологии — строительные кадры из других стран обходятся дорого. Ввиду того же, необходимо использовать новые строительные технологии с учетом многочисленных ресурсов страны.

6. В 2001 году была разработана долгосрочная программа развития Африки промышленно развитыми странами. Важной частью развития африканских стран, в частности Замбии, является создание жилых зданий средней этажности и многоэтажных зданий для городов с населением более 500 000 жителей, и зданий малой и средней этажности - для деревень и маленьких городов, инфраструктура которых должна быть развита в такой же степени, как и в крупных городах. Это позволит привлечь приток молодых людей на эти территории и дать им возможность для дальнейшего развития [7].

Основой развития города являются так же общественные здания. Для заимствования успешного опыта строительства необходимы инвестиции в привлечение специалистов из-за рубежа, что позволит в дальнейшем

обучить местных специалистов, а также развить строительную науку, технологии и решения которой будут максимально эффективны для условий Африки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Биосферная совместимость. Технологии внедрения инноваций. Города, развивающие человека. // Издательство "Либрокком". Москва. 2011. С. 240.
2. *Позднякова А. П.* Замбия: справочно-монографическое издание // Федеральное гос. бюджетное учреждение науки Ин-т Африки РАН. Москва, 2013. С. 339
3. *Williams Ed. G. J, Lorenz B., Plesner M.* Lusaka and its environs; a geographical study of a planned capital city in tropical Africa // Traditional Zambian pottery. Lusaka. 1986
4. *Прокопенко Л.Я., Шубин В.Г.* Африканский ренессанс. В кн.: Африка: поиск идентичности // Изд-во Института Африки РАН. 2001
5. *Малока Э.* К Африканскому ренессансу: Африканский союз и Новое партнерство для развития Африки (НЕПАД). Доклад исполнительного директора Института Африки ЮАР на 9-й конференции африканистов . Москва, май 2002.
6. *Cheru F.* African Renaissance: Roadmaps to the Challenge of Globalization. London, 2002 Африканская интеграция: социально-политическое измерение. // Изд-во Института Африки РАН. Москва. 2003
7. *United Nations (2011).* NEPAD: Building foundations for a new Africa. Africa Re-newal. December.

ПРЕДПОСЫЛКИ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОМУ И КОНСТРУКТИВНОМУ РЕШЕНИЮ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Подземное строительство берет свое начало в далеком прошлом. Еще более длителен опыт изучения подземного пространства естественного происхождения (пещеры, карстовые пространства). Сейчас заглубленные здания строятся и эксплуатируются с минимальным воздействием на окружающую среду, широко рассматриваются в направлении развития подземной урбанистики с целью повышения плотности застройки, сохранения зеленых насаждений и увеличения площадей озеленения застройки, энергосбережения благодаря малой изменчивости и благоприятным значениям температурно-влажностного режима в подземном пространстве.

Заглубленное здание подразумевает частичное или полное погружение в грунт. Выделяют три группы зданий: заглубленные (атриумные), полузаглубленные (возвышение здания над уровнем земной поверхности не более чем на 30%), врезанные в склон (при крутизне склона до 50°). Для каждой группы характерно определенное объемно-планировочное решение: для заглубленных зданий – атриумное, с внутренним двориком, для полузаглубленных – как у наземного здания - усадебное, блокированное, а для врезанных в склоны - террасное.

Объемно-планировочные решения заглубленных гражданских зданий напрямую связаны с инсоляционным фактором, освещенностью и условием аэрации. В соответствии с функциональным зонированием форма здания и его ориентация направлены на обеспечение основных пространств с длительным пребыванием людей (спальня, гостиная) естественным освещением через световые проемы, расположенные по фасаду здания. Связующие пространства (холл, коридор, лестницы) не нуждаются в обязательной инсоляции и естественном освещении, также как и вспомогательные (санузлы, подсобные помещения, кладовые и т. д.), они могут быть размещены в глубине здания. В целом, чтобы устранить недостаток инсоляции в заглубленном жилище для возвышенности и склона необходимо избегать северных сторон, если речь идет о строительстве жилища односторонней ориентации. Для равнины рекомендуется применять атриумный тип дома. Для всех типов заглубленных жилищ должны соблюдаться требования инсоляции, а для обеспечения достаточной освещенности рекомендуется устройство дополнительных источников освещения: световодов, световых полок и фонарей. При отсутствии естественного освещения нужно применять

искусственные источники, которые должны быть постоянными и качественными.

Одной из главных сторон проектирования заглубленных зданий является экономия энергии. Энергоэффективность зданий в основном зависит от следующих факторов: максимально возможный объем засыпки, компактность планировки, оптимальное количество оконных проемов, которые ориентированы на юг. Уменьшение площади наружных ограждений зданий на единицу объема путем максимальной компоновки приводит к снижению энергозатрат на отопление и охлаждение в южных странах. Температура грунта на глубине 5-8 метров является постоянной, а на глубине двух метров в средней полосе зимой и летом температура составляет 10-17 °С. Поэтому в холодный период земля отдает тепло, летом – прохладу. Также снижение энергозатрат определяется процентным соотношением заглубленной части здания в толщу грунта и возвышающейся над грунтом. Максимально возможный объем засыпки обеспечивает наиболее полное использование теплоизоляционных и теплоаккумулирующих свойств грунта. Поэтому целесообразно ориентировать все оконные проемы на юг, а три стены отвести полностью под засыпку грунтом.

Обеспечением энергоэффективности возвышающейся части здания является ориентация здания согласно розе ветров, что позволяет исключить выдувание в зимнее время года и обеспечить достаточное проветривание в летнее через крышу или насквозь. Еще одним условием энергоэффективности возвышающейся части здания является озеленение участка, высаживание на южной стороне деревьев, которые сбрасывают листву. Это позволяет увеличить воздействие солнечной радиации в зимнее время года и создать тень на окнах летом. Если же окна подвержены влиянию зимних ветров, следует посадить вечнозеленые кустарники, уменьшающие негативное влияние ветра.

Заглубленное индивидуальное здание все еще является нестандартным, альтернативным видом жилища, который совершенствуется путем применения дополнительных мер по обеспечению комфортного проживания, в результате чего может быть доведен до полной автономности. Поэтому при выборе основных объемно-планировочных решений также важно заранее учитывать необходимость применения альтернативных механических систем - солнечные коллекторы, кондиционирование воздуха с использованием льда, рекуперация тепла из сточных вод и другие системы. Они требуют организации дополнительного пространства для установки оборудования, что значительно влияет на ориентацию здания в целом.

Принимая те или иные конструктивные решения для строительства заглубленных зданий необходимо помнить, что нагрузки от грунта

оказывают давление не только на пол, но и на стены и крышу, поэтому применяются более массивные конструкции. Проводят мероприятия по закреплению грунтов, гидроизоляции объектов и водопонижению. При проектировании заглубленного здания важно понимать, что изменение подземного пространства не может быть возвращено в первоначальное состояние. Например, устройство котлована ведет к изменению напряженно-деформированного состояния грунта на прилегающей территории. Структурные свойства нельзя восстановить, так как они формируются в течение тысячелетий. Таким образом, подземные здания нельзя просто заменить другими, нельзя «снести», как наземные. Подземное пространство является не возобновляемым ресурсом.

Как правило, строительство подземных зданий и сооружений обходится значительно дороже надземных, выполняющих аналогичные функции, но при правильных объемно-планировочных и конструктивных решениях они дешевле в эксплуатации, что свидетельствует об их экономичности и энергоэффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кукушкина, Л.А., Ильвицкая, С.В.* Архитектура заглубленных зданий в контексте «зеленых» технологий. / *Л.А. Кукушкина, С.В. Ильвицкая* // Творчество и современность. - 2017. № 1(2). - С. 45-48.
2. *Конюхов, Д.С., Ламоина, Е.В.* Взаимосвязь инженерно-геологических условий и технологических решений подземного строительства. / *Д.С. Конюхов, Е.В. Ламоина* // Вестник МГСУ. - 2010. - Вып. 4 - Ч. 4 - С. 44-47.
3. *Бобылев, Н.А.* Городское подземное пространство – пространство возможностей / *Н.А. Бобылев* // Grado. – 2011. № 002.
4. *Рогожникова, М.Е.* Принципы проектирования малоэтажного заглубленного жилого дома в историко-культурных заповедниках Европейской части России: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. архитектуры (10.10.13) / *Рогожникова Мария Андреевна*; Московский архитектурный институт – Москва, 2013. – 229 с.
5. *Береговой, А.М.* Здания с энергосберегающими конструкциями: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук (26.10.2005) / *Береговой Александр Маркович*; Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. – Пенза, 2005. – 48 с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

Усиление железобетонных конструкций – эффективный способ продлить срок эксплуатации отдельных элементов и всего здания в целом.

Техническое перевооружение предприятий, физический износ и различные повреждения – причины возникновения необходимости усиления строительных конструкций. Они могут быть вызваны нарушением условий технологии производства и правил эксплуатации, коррозией материалов, некачественным изготовлением конструкций, механическими воздействиями, воздействием агрессивной среды и т.п.

Специалисты осуществляют выбор способа усиления, проведение требуемых расчётов, а также разработку технологии выполнения усиления с учетом экономического обоснования и возможностей заказчика.

Увеличение несущей способности железобетонной колонны может осуществляться без изменения расчётной схемы, с изменением расчётной схемы и с изменением напряжённого состояния.

- ✓ Усиление колонн без изменения их расчётной схемы:
 - Железобетонные обоймы и рубашки;
 - Металлические обоймы;
 - Поверхностное армирование композитными материалами;
 - Двустороннее и одностороннее наращивание сечения;
 - Комбинированное усиление;
 - Индивидуальные проекты усиления (патенты).
- ✓ Усиление колонн путём изменения их напряжённого состояния:
 - Предварительно напряжённые стальные распорки;
 - Установка приставных разгружающих стоек.

В железобетонные обоймы и рубашки площадь продольной арматуры, класс и толщина слоя бетона и конструкция обоймы определяются расчетом. Для эффективной работы железобетонных обойм и рубашек важно обеспечить надёжное сцепление бетона усиливаемой колонны и бетона обоймы, которое достигается специальной подготовкой (наносит насечки, борозды и т.п.).

Стальные обоймы обычно выполняют из уголков, установленных по рёбрам усиливаемой колонны и соединённых между собой по периметру планками или пластинами. Совместная работа обоймы и основной конструкции достигается созданием предварительного напряжения в планках или стяжных болтах, применением напряжённых стоек-распорок с натяжными болтами, подклинкой стоек обоймы под консоль колонны.

Преднапряженные распорки выполняют из уголков, связанных между собой соединительными планками из листового металла. Установку распорок производят с перегибом в середине высоты с последующим их выпрямлением за счет горизонтального стягивания с помощью натяжных болтов. Распорки выполняют двойную функцию – сдерживают поперечные деформации усиливаемой конструкции и воспринимают часть вертикальной нагрузки.

Приставные разгружающие стойки обычно выполняют из прокатных швеллеров, которые устанавливают на опорные пластины. Затем их на сварке прикрепляют к стальным листам, к которым приваривают упорные уголки со стяжными болтами. С противоположной стороны колонны устанавливают уголки-шайбы.

Усиление угле- и стекловолокном требует много времени на подготовительные работы. Перед началом работ данным способом усиления выполняют фаски или скругления на углах колонны, выравнивают, очищают поверхность колонны по всей поверхности и наносят слой грунтовки. Далее выполняют нанесение эпоксидного клея, укладку и прикатку полотна, ленты или ламели. Данное усиление может производиться с предварительным инъектированием колонны. Композитные материалы наряду с более высокой прочностью на растяжение имеют удельный вес в 4–5 раз меньше, чем у стали.

Сравнение наиболее распространенных методов усиления железобетонных колонн приведено в таблице 1. Расчёт стоимости усиления произведён приблизительно по средней цене для 1 м колонны сечением 400х400 мм при следующих характеристиках: толщина железобетонной обоймы и наращивания – 60 мм, металлическая обойма выполнена из уголков 90х6 и планок 380х80х6 с шагом 400 мм, 1 слой композитного материала.

Таблица 1

Сравнение основных методов усиления железобетонных колонн

Показатели	Вид усиления	Мокрые процессы	Клеевые составы	Сварочные работы	Увеличение массы и объёма	Стоимость
Бетон (ж/б)	Обойма	+	–	+	Максимальное	от 2200 руб.
	Наращивание сечения	+	–	+	Максимальное	от 1000 руб.
Металл	Обойма	–	–	+	Минимальное	от 3500 руб.
Углеволокно,	Обойма	–	+	–	Минимальное	от 6400 руб.

стекло- волокно						
--------------------	--	--	--	--	--	--

Анализ таблицы 1 позволяет сделать следующие выводы. Железобетонные обоймы и наращивание сечения рационально использовать при сильных повреждениях арматуры и защитного слоя. Этот метод недорогой, но трудоёмкий и продолжительный. Метод усиления железобетонных колонн углеволокном быстрый, по сравнению с другими методами менее трудоёмкий, но в то же время наиболее дорогостоящий. Металлическая обойма позволяет выполнить усиление в сжатые сроки, но данный метод более трудоёмкий, чем усиление композитными материалами.

Выбор конкретного метода зависит от состояния усиливаемой конструкции, времени, затраченного на производство работ на строительной площадке, наличия материалов, пожеланий заказчика, технологических процессов и т.п.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Шихов А.Н.* Реконструкция гражданских и общественных зданий. Монография, 2015. с. 335-337
2. *Кулебякин И.Н., Торощин А.С.* Усиление конструкций композитными материалами // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки №5(21) – 2018
3. *Опанасюк И.Л., Данилов С.В.* Исследование способов усиления железобетонных колонн с использованием многокритериального анализа оценочных показателей // Вестник белорусско-российского университета №4(33) – 2001. с. 157-163
4. *Мосин М.В.* Оценка эффекта и эффективности усиления металлических уголковыми обоймами усиления железобетонных колонн с возможностью обжатия // Вестник сибирского автомобильно-дорожного университета №2(54) – 2017. с. 112-119
5. *Петров А.Е., Петренева О.В.* Целесообразность использования композитных материалов при усилении железобетонных колонн // Современные технологии в строительстве. Теория и практика, том 2 – 2018. с. 71-78
6. *Биленко М.А.* Применение новейших материалов при усилении фундамента или колонн // Сборник научных трудов, том 1 – 2019
7. *Щуко В.Ю., Бартенев В.С., Воронов В.И., Михайлов В.В.* Руководство по обследованию, усилению, восстановлению железобетонных и каменных конструкций и их узлов в эксплуатируемых складских зданиях и сооружениях, 2000. с. 205-246

Студентка 4 курса 6 группы ИСА Шуляева Д.С.

Студентка 4 курса 6 группы ИСА Сураева Е.Н.

Научный руководитель – доц., канд. техн. наук, Л.Ю. Гнедина

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ РИГЕЛЕЙ

При строительстве и эксплуатации зданий и сооружений нередко появляются дефекты и повреждения. Дефектами являются: изменение формы, качества, размеров, полученных в процессе изготовления, транспортировки или монтажа. Повреждения могут возникать вследствие силовых, механических, физических, химических и атмосферных воздействий.

Чтобы решить данную проблему применяют усиление и восстановление конструкций.

Для усиления ж/б ригелей применяют методы:

- Традиционные:
 - с изменением расчетной схемы: устройство дополнительных опор (стоек);
 - без изменения расчетной схемы: разгрузка балок с передачей нагрузки на другие конструктивные элементы здания; установка затяжек, шпренгелей и хомутов; наращивание сечения ригелей;
- инновационные:
 - без изменения расчетной схемы: применение композитных материалов (усиление углеволокном).

Традиционные методы усиления ж/б ригелей не всегда имеют возможность реализации и требуют больших материальных затрат. В связи с этим чаще применяют инновационные методы усиления.

Усиление затяжками и шпренгелями.

Для затяжек чаще применяют тяжи из арматурной стали, также используются прокатные профили: уголки, швеллера. Их сечение определяют с помощью расчетов, а крепление осуществляют анкерами или приваркой к существующей арматуре балок. Натяжение, установленной в растянутой зоне элемента, дополнительной арматуры выполняют либо механическим, либо электротермическим методом.

Усиление методом разгрузки.

Выполняется подведением под балки металлических конструкций, представляющих собой отдельные элементы, а именно: стойки, подкосы, кронштейны, которые частично воспринимают на себя нагрузку.

Усиление ригелей наращиванием сечений.

Увеличение поперечного сечения ригелей предусматривает устройство опалубки или же обоймы с армированным каркасом, при последующем бетонировании методами инъектирования или торкретирования раствора.

Устройство дополнительных опор.

Осуществляется подведением стальных колонн, которые устанавливаются на самостоятельные или уже существующие фундаменты. Устройство дополнительных опор позволяет уменьшить пролет, а следовательно, и момент, изгибаемого ригеля, поэтому данный способ усиления достаточно эффективен, но минусом является препятствие этих опор технологическому процессу.

Усиления с помощью углеродных холстов и ламинатов.

Современные углепластиковые ткани в сочетании с эпоксидным клеем обеспечивают увеличением несущей способности железобетонных балок, кроме того, предотвращая раскрытие трещин. Усиление проводят приклеиванием полос только в одном радиальном направлении или в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Полотно наклеивается на нижнюю или нижнюю и боковую поверхность ригеля, то есть в растянутой зоне. Количество слоев композитного полотна зависит от состояния несущего элемента и величины отклонения действующих нагрузок от расчетных. По сравнению с традиционными методами усиления экономический эффект составляет около 30%, а продолжительность ремонта уменьшается в 2 раза.

Рассмотрим преимущества и недостатки каждого способа, приведенные в таблице №1 «Сравнительные характеристики способов усиления».

Таблица №1

Сравнительные характеристики способов усиления

№	Способ усиления	Материал	Клеевые составы/сварочные работы	Требуется остановка процесса	Увеличение массы и объема	Наличие мокрых процессов
1	Усиление затяжками и шпренгелями	Металл	Сварочные работы	Локально	min	Нет
2	Усиление методом разгрузки	Металл	Сварочные работы	Локально	max	Нет
3	Усиление балок наращиванием сечений.	Железобетон	Сварочные работы	Зависит от конкрет-	max	Да

				ной техно- логии уси- ления		
4	Устройство дополнительных опор.	Металл, ж/б	Сварочные работы	Да	max	Да
5	Усиления с помощью углеродных холстов и ламинатов	Уг-лепластик (ткан. Мат.)	Клеевой состав	Локально	min	Нет

Анализ таблицы №1 позволяет заключить, что каждый из способов усиления имеет свои минусы и плюсы, выбор которых зависит от дефекта и повреждения конструкции, сроков проведения усиления, возможности использовать тот или иной метод, а также технико-экономических возможностей застройщика и исполнителя.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Кравченко Г.М., Труфанова Е.В., Костенко Д.С.* Анализ исследований прогрессирующего обрушения высотных зданий // Инженерный вестник Дона, №3 2017 г.
2. *Ищук Я.Л., Абакумов Р.Г.* Экономическое обоснование применения полимеркомпозиционных материалов при реконструкции промышленных зданий //Международный научный журнал «Инновационная наука» №02-1/2017 ISSN 2410-6070. 199 с.
3. *Щуко В.Ю., Бартнев В.С., Воронов В.И., Михайлов В.В.* Руководство по обследованию, усилению и восстановлению железобетонных и каменных конструкций и их узлов в эксплуатируемых складских зданиях и сооружениях 2000 г. 226 с.
4. *Скрытник О.Г., Абакумов Р.Г.* Обеспечение безопасности и эксплуатационной надежности зданий и сооружений // Международный научный журнал «Инновационная наука» №5/2016 ISSN 2410-6070. 200 с.
5. *Маяцкая И.А., Польской П.П., Георгиев С.В. Федченко А.Е.* Применение углепластиковых ламелей при усилении строительных конструкций // Строительство и техногенная безопасность №12(64) – 2018, 34 с.
6. *Тонких Г.П., Симаков О.А.* Сейсмоусиление зданий в г. Петропавловск Камчатский, возведенных по каркаснопанельной серии КПСу с платформенными стыками // Технологии гражданской безопасности, том 12, 2015, № 3 (45). 43 с.
7. *Чепелева К.В., Никитина О.С., Рябчевская С.В., Максимцев Д.С.* Восстановление и усиление несущих конструкций внешним армированием – углеродной лентой «FibARM». Эпоха науки № 8 2016г. 163 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОТНЫХ ОФИСНЫХ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОДА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТАБЛИЦЫ SWOT(STRENGTHS WEAKNESSES OPPORTUNITIES THREATS)

Вся человеческая жизнь и его экономическая деятельность в большей мере зависят от экологических возможностей биосферы и услуг, которые природа предоставляет людям. Результат действия человека на окружающую среду или биосферу называется экологическим следом. В экологической архитектуре мы используем энергию природы и наилучшим образом используем ее в зданиях. В строительном секторе экологический дизайн является хорошим ответом на снижение потребления энергии и решение экологических проблем, таких как увеличение потребления ископаемого топлива, глобальное потепление, увеличение загрязнения воздуха, выбросы парниковых газов и так далее.

1. Введение

Сегодня рост населения, с одной стороны, и удорожание земли, с другой, усилили тенденцию к строительству многоэтажных зданий особенно в мегаполисах, В то же время, способность концентрировать связанные функции на офисном здании может быть чрезвычайно важной, что может снизить пользовательский трафик и, конечно же, повысить безопасность здания. С другой стороны, по мере роста населения возрастают потребности в энергии, и температура окружающей среды возрастает, а ископаемое топливо, которое долгое время было одним из основных источников энергии для производства увеличивает выбросил углекислого газа и загрязняющих газов. В этих обстоятельствах тенденция использовать чистую энергию, с одной стороны, и экономить на потреблении энергии, с другой, была поднята для решения энергетического кризиса. По этой причине в высотных офисных зданиях важно экономить энергию, учитывая способность концентрироваться на производительности и, конечно же, высокой инфраструктуре здания. [1]

2-Важность предмета

Проблема загрязнения окружающей среды. В современном мире проблема заключается не только в одной стране или одной конкретной территории, но проблема всего мира и экологических проблем возрастает день ото дня. Хотя человечество давно признало важность окружающей среды в своей жизни, последние десятилетия двадцатого века следует считать кульминацией экологических проблем [2].

3-Метод проведения исследования

Метод исследования в этой статье (работе) основан на описательно-аналитическом подходе, который, изучая экологическую архитектуру и ее эффективные научные подходы и применяя ее при проектировании офисного здания, мы достигаем желаемого дизайна и результата. Чтобы получить желаемые результаты в этом исследовании, были использованы библиотечные исследования, включая книги, статьи и интернет-сайты, и, наконец, результаты были проанализированы, дополнены и доработаны.

4-Человеческие взгляды на природу в разные эпохи

Лучшее понимание экологии, которая связана с отношениями человека с природой и воздействием, которое люди оказывают на окружающую среду, является результатом взгляда на природу. Взгляд человека на природу менялся с течением времени и оказывали различное влияние на окружающую среду человека в каждую эпоху. Обзор истории человечества показывает, что взаимодействие человека как части природы с окружающей средой включает три этапа. В первый период, то есть период господства природы над человеком, среда остается нетронутой. Во втором периоде, который является периодом господства человека над природой, человек наносит больший урон природе и тем самым разрушает и уничтожает природу. В третьем периоде возникла идея создания новых отношений с природой и окружающей средой. [2].

Таблица 1: Взаимодействие человека с природой

Этапы взаимодействия человека с природой на протяжении истории	1-Период господства природы над человеком	Люди не смогли вмешаться в природу и стать покорными Это природа.
	2-Период господства человека над природой	-Эра индустриальных цивилизаций -Больше эксплуатации ресурсов для производства большего - Его человеческая мысль владеет землей, а не ее обитателями -Неопределенное открытие и добыча природных ресурсов - Появление великого экологического кризиса
	3-Взаимодействие человека и природы и сближение	-эпоха осознания, взаимодействия и существования с природой - действия по предотвращению загрязнения окружающей среды во всем мире - конференции и ратификация международных документов

5-Экологическая архитектура

Определение экологического дизайна приходит, когда мы смотрим на него позитивно и стремимся достичь зеленого дизайна. Почти все дизайнеры, за исключением ландшафтных дизайнеров, прошли обучение, чтобы иметь серьезный опыт в экологии и биологии окружающей среды, поэтому имеет смысл иметь быстро развивающуюся экологическую ориентацию дизайна для создания нашей искусственной среды. Чтобы быть экологически чувствительными, мы должны внести фундаментальные изменения в наше мышление о наших отношениях с миром природы и об ограничениях, существующих в современных науках и политических, социальных и экономических перспективах, что подразумевает, что люди обладают превосходящей силой и нуждами природы [3].

6-Вывод

Экологический дизайн означает строительство экологически безопасных зданий таким образом, чтобы не нарушать естественный баланс между человеком и окружающей средой. Влияние строительства на окружающую среду должно быть смягчено, что, безусловно, важно при использовании экономически эффективных методов. Наша первая задача в попытках создать экологию - это избежать ухудшения состояния окружающей среды и спроектировать его для поддержания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Фирози М., Махдави Ф.* Право на окружающую среду // Тегеран. М: Академический Джихад, 2006.- 1384 с.
2. *Нури, Сейед А.* Исследование экологической устойчивости в архитектуре // Конференция по гражданскому строительству, архитектуре и устойчивому городскому управлению. – 2015. – 1393 с.
3. *Бани Масуд, А.* Современная иранская архитектура // Искусство века Архитектура // Тегеран. 2010. – 165 С.
4. *Алидад Реза.* Особенности высотного строительства в Иране // Алидад Реза // Сучасні проблеми архітектури та містобудування: наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і арх-ри; відп. ред. М. М. Дьомін. Київ: КНУБА, 2015. Вып. 39. - С. 138-142
5. *Хомич В. А.* Экология городской среды: Учеб. пособие для вузов. Омск: СибАДИ, 2002. - 267 с

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УСТОЙЧИВОЙ И КЛИМАТИЧЕСКОЙ АРХИТЕКТУРЫ, СОЧЕТАЮЩЕЙ ТРАДИЦИОННУЮ И СОВРЕМЕННУЮ АРХИТЕКТУРУ В АФГАНИСТАНЕ

Введение

Задача в области архитектуры и градостроительства в современных мегаполисах, особенно тех, которые богаты искусством и культурой, очень продумана. Хотя это наблюдается в развитых и развивающихся странах, оно имеет более сильное присутствие в развивающихся странах благодаря особому вниманию городских лидеров к краткосрочным экономическим выгодам, а также к сообществам, таким как Афганистан с ценным наследием искусства и культуры. Следовательно, призыв к использованию устойчивых подлинных ценностей в современном архитектурном планировании растет день ото дня.[1]

Устойчивый архитектурный дизайн

Можно сказать, что устойчивое архитектурное проектирование, несомненно, стало одним из наиболее важных примеров современной архитектуры и урбанизации. Здания с наименьшим энергопотреблением обеспечивают максимальную эффективность для жителей и минимальный ущерб окружающей среде.[2]

Климатический дизайн

Естественные методы охлаждения и обогрева зданий давно стали обычным явлением в отечественной архитектуре. На протяжении веков афганским архитекторам и инженерам удавалось создавать шедевры, которые в преобладающих климатических условиях региона с наименьшим энергопотреблением зданий, с использованием колебаний температуры ветра, дня и ночи. Климатическое проектирование - это способ полностью снизить энергетические затраты здания во всех климатических условиях, чтобы здания, построенные в соответствии с принципами климатического проектирования, сводили к минимуму механическое отопление и охлаждение вместо доступной природной энергии. Они используют это вокруг зданий. В Таблице.1) приведены некоторые из распространенных методов и элементов традиционной афганской архитектуры в жарких и сухих районах.[3]

Таблица 1 - Свойства и ключевые элементы традиционных домов для устойчивого дизайна в теплых и сухих климатических условиях

Восток-западная ориентация здания	Учитывая дизайн формы делает солнце и тепло более благоприятными в холодное и жаркое время года- есть
-----------------------------------	---

Самоанализ Центральный Двор	и	Оптимальное использование чувства комфорта и безопасности в личной жизни и наиболее эффективное использование солнечного света
Толщина стен		Толстые стены сформированы, чтобы минимизировать теплообмен
Натяжные окна	и	Дизайн окон, чтобы они имели больше солнечного света и тепла в течение дня
Вентиляторы вентиляционная система	и	Используйте оптимальный поток ветра для охлаждения и кондиционирования воздуха

Заключение

Рассматривая западные районы Афганистана, особенно центральную часть, мы обнаруживаем, что дома всегда были спроектированы так, чтобы быть экологически безопасными и благоприятными для климата, с наименьшими потерями энергии и наименьшим использованием технологического оборудования в этих районах. есть. Также, изучая современные жилые модели, мы достигли аналогичных результатов в снижении энергопотребления. Интегрируя структурные методы этих двух стилей архитектуры, мы можем получить общую модель, называемую моделью устойчивого архитектурного проектирования.

Таблица 2. Традиционные и современные методы проектирования устойчивой архитектуры

традиционный	современный
Оптимизация энергопотребления и максимальное использование различных видов возобновляемой энергии, особенно энергии ветра и солнца.	Минимизировать коэффициент теплопередачи материалами внешней оболочки
Используйте толстые стены для минимальной теплопередачи	Предотвратить утечки воздуха из швов и дождей (изоляция)
Высочайший уровень использования строительных материалов и каустической запах и уменьшить использование невозобновляемых материалов	Обратит внимание на систему кондиционирования здания
Правильная ориентация здания в разных климатических условиях в соответствующих зонах	Правильная ориентация зданий в направлении четырех сторон света (15 ° в.д.)
Обеспечение тени для стен с солнечным светом с использованием подходящих оттенков для предотвращения солнечного света летом	Использование солнечных неактивных систем

Использование холодной воды, испаряемой путем размещения садов и прудов в домах	Использование солнечных активных систем (Как использовать природную энергию для отопления)
---	--

Среди методов, используемых в шаблоне устойчивого архитектурного проектирования, можно выделить следующие:

- Как правило, в очень жарком климате архитекторы могут проектировать конструкции для поглощения охлаждающего бриза и пропуска наружного воздуха через поры в крыше в прохладные часы вечера или ночи, а также путем установки окон. Также можно избежать больших солнечной радиации на южной стороне.
- Планировка и расположение здания таковы, что оно находится во дворе и может использовать больше тепловой энергии.
- Использование большие отверстия, чтобы обеспечить надлежащий воздушный поток при проектировании здания и стыков, чтобы комнаты были соединены друг с другом.
- Использование толстостенных стен для хранения тепловой энергии внутри здания, а также материалов с высокой теплоемкостью, что следует более тщательно рассмотреть на южной стороне.
- Условия для облегчения воздушного потока. С этой целью направление здания в направлении северо-запад-юго-восток не только уменьшает лучистую энергию солнца в теплое время года, но также может уменьшить количество воздуха, протекающего в западном и восточном направлениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бани Масуд, А.* Современная иранская архитектура // Искусство века Архитектура // Тегеран. 2010. – 165 С.
2. *Эмами.А,* (2010), Влияние традиционной архитектуры, Con.Architecture и современной урбанизации.
3. *Махдавинежад М.,* (2009 г.), Архитектура после победы Исламской революции в Иране. Журнал исследований в области культуры и искусства.
4. *Фирози М., Махдави Ф.* Право на окружающую среду // Тегеран. М: Академический Джихад, 2006.- 1384 с.
5. *Нури, Сейед А.* Исследование экологической устойчивости в архитектуре // Конференция по гражданскому строительству, архитектуре и устойчивому городскому управлению. – 2015. – 1393 с.

СТАЦИОНАРНЫЕ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА КАК ФАКТОР ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ

Несмотря на изученность влияния солнечного света на жизнедеятельность человека многие здания в настоящее время все еще проектируются без учета инсоляции. В значительной степени это объясняется негативным отношением к солнцезащите как фактору, повышающему стоимость строительства.

Оптимальное количество солнцезащитных устройств рационально не только в гигиеническом, функциональном, эстетическом, но и в экономическом отношении, так как единовременные затраты на их установку окупаются за счет снижения расходов на вентиляцию и искусственное охлаждение воздуха, а также за счет повышения производительности труда.

Не менее важным фактором, влияющим на производительность труда и физическое состояние людей, пребывающих в зданиях, является неблагоприятное воздействие шумов. Для обеспечения благоприятных условий нахождения в помещениях зданий и достижения нормативных значений уровня звука необходимо выполнение компенсирующих звукоизоляционных мероприятий с соответствующей эффективностью ограждающих конструкций.

Для экономии строительства стационарные солнцезащитные устройства могут быть включены в систему шумозащиты помещений от внешних шумов.

Шум – это комплекс звуков разных частот, воспринимаемый органами слуха человека и оказывающий на него негативное психологическое и физиологическое воздействие. Шум может быть прямым, действующим напрямую от источника шума, и отраженным, действующий не напрямую, а от отраженной поверхности.

Для защиты зданий и помещений от шума непосредственно при проектировании применяют такие способы борьбы с шумом как звукоизоляция и звукопоглощение.

При использовании звукоизоляции снижается уровень шума, поступающего в помещение извне, за счет отражения шумов звукоизолирующими материалами. При звукопоглощении уровень поступающего шума снижается за счет способности пористых и рыхловолокнистых материалов поглощать звуковую энергию. Звукопоглощающие материалы предназначены для уменьшения отраженного шума.

При проектировании стационарных солнцезащитных устройств с защитой от шума наиболее эффективно использовать звукопоглощающие

материалы, т.к. их целью является снижение уровня отраженного шума, поступающего в помещение через оконный блок.

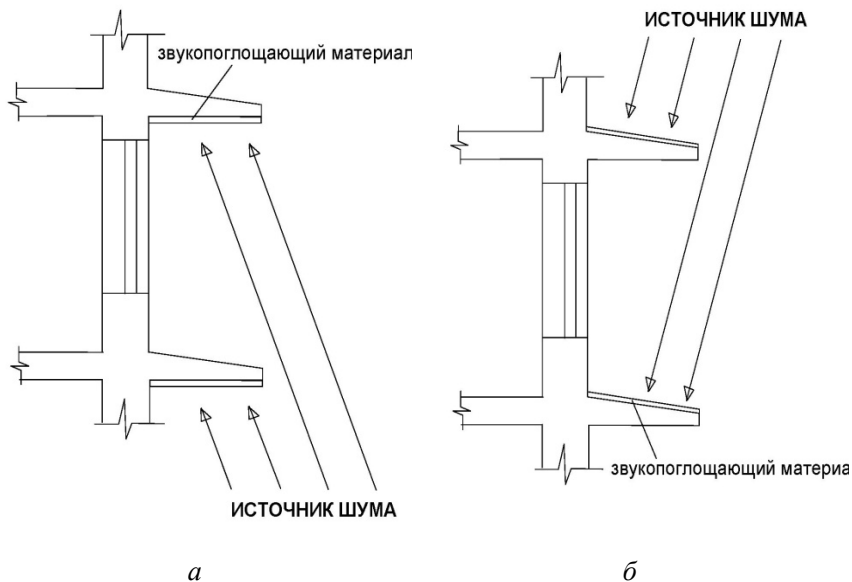


Рис. 1. Устройство шумозащиты в горизонтальных стационарных СЗУ

- а) при нахождении источника шума под козырьком
- б) при нахождении источника шума над козырьком

Звуковые волны, попадая на СЗУ, частично отражаются от него, частично поглощаются и частично проходят сквозь него. При использовании в конструкции стационарных СЗУ звукопоглощающих материалов энергия отраженных звуковых волн снижается.

Звукопоглощающие материалы по способу действия можно разделить на пассивные и активные системы. Активные системы для снижения уровня звука используют внешние источники энергии, пассивные работают за счет внутренних характеристик материала. Пассивные системы звукопоглощения можно в свою очередь разделить на:

- 1) мембранные;
- 2) резонансные;
- 3) пористые.

Наиболее универсальными, частыми в использовании, а также и эффективными являются системы, имеющие в основе пористые звукопо-

глощающие материалы. Это связано с тем, что наличие пор и узких каналов позволяет звуковой волне легче проникать в материал, и распространяясь внутри терять свою энергию на внутренних стенках.

Пористые звукопоглощающие материалы по своей структуре подразделяются на ячеистые (ячеистый бетон, пенопласты), волокнистые (базальтовая или минеральная вата) и зернистые (на основе перлита, вермикулита, гранул вспененного стекла).

Пористые материалы поставляются, как правило, в виде плит, которые крепятся непосредственно к поверхности конструкции, с поверхности которой необходимо уменьшить отражение звуковых волн.

Использование пористых материалов при проектировании стационарных солнцезащитных устройств позволит решить две проблемы одновременно: уменьшение излишнего воздействия солнечной радиации и уменьшение негативного воздействия внешних шумов, при этом не нагромождая фасады зданий лишними конструкциями, а также делая строительство экономически более выгодным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Алексеева А.А.* Особенности проектирования и применения солнцезащитных устройств в условиях жаркого солнечного климата// Научно-техническая конференция: сборник докладов: МГСУ, 2015. - с. 5-7.
2. *Куприянов В.Н.* Климатология и физика архитектурной среды. - Москва: АСВ, 2016. - 193 с.
3. *Соловьев А.К.* Физика среды. - Москва: АСВ, 2011. – 341 с.
4. *Стецкий С.В., Ходейр В.А.* Эффективные солнцезащитные устройства в гражданском строительстве регионов с жарким солнечным климатом// Вестник МГСУ, 2012. - №7. - с. 9-15.
5. *Румянцев Б.М., Жуков А.Д.* Эксперимент и моделирование при создании новых изоляционных и отделочных материалов. - М.: МИСИ–МГСУ, 2013. - 156 с.
6. *Шашкеев К. А., Шульдебшов Е. М., Попков О. В., Краев И. Д., Юрков Г. Ю.* Пористые звукопоглощающие материалы // Электронный научный журнал «ТРУДЫ ВИАМ». - №7. – 2016.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ МОНТАЖ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗОНЕ УТЕПЛИТЕЛЯ

В настоящее время на светопрозрачные конструкции приходится большая часть теплопотерь через наружные ограждающие конструкции здания [1-3]. В случае оконных конструкций теплопотери происходят через их следующие элементы:

- профильные элементы оконных блоков;
- светопрозрачное заполнение (стеклопакеты);
- узлы примыкания оконных блоков к проемам наружных стен.

В настоящее время технологические возможности оконной отрасли в части теплотехнических характеристик профильных элементов и стеклопакетов позволяют массово изготавливать оконные блоки с термическим сопротивлением до $1 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Дальнейшее повышение теплотехнических характеристик указанных элементов оконных блоков возможно, но связано со значительным увеличением стоимости оконных конструкций, что для массового строительства не применимо. В сложившейся ситуации одним из путей снижения теплопотерь через оконные конструкции является применение технологии монтажа оконных блоков в зоне утеплителя наружных стен зданий [4].

Исследования показывают, что расположение оконных блоков в зоне утеплителя с теплотехнической точки зрения является наиболее эффективным, т.к. позволяет не только уменьшить потери тепла в зоне оконного монтажного шва, но и снизить риск образования конденсата. Следует отметить, что технология выносного монтажа оконного блока подразумевает наличие дополнительных затрат на монтажные материалы и выполнение монтажных работ. Однако эти затраты окупаются в ходе эксплуатации объекта строительства.

В настоящее время существует несколько способов установки оконного блока в зоне утеплителя:

1. Применение внешнего оклада для установки оконного блока в зоне утеплителя. Оклад выполнен из плит жесткого пенополиуретана. Плиты крепятся к строительному основанию при помощи специального монтажного клея и механических анкеров. Непосредственно на эти плиты и устанавливается оконный блок, вынос может достигать 200 мм.

Преимущества использования подобной технологии монтажа связана с тем, что устройство монтажных швов выполняется аналогично традиционной технологии монтажа окон в проеме наружных стен. В тоже время данная технология монтажа имеет ряд недостатков:

- монтажный оклад не является огнестойким;

- монтаж оклада может проводиться только на ровных основаниях. Это обстоятельство обуславливает необходимость либо жесткого контроля к качеству устройства несущего слоя наружных стен, либо необходимость предварительной подготовки (выравнивания) основания;

- для выполнения монтажа подобных конструкций требуется устройство подмостей или использование монтажных люлек для выполнения работы выше первых этажей зданий.

Указанные недостатки сильно ограничивают область применения данной технологии монтажа окон.

2. Применение специальных монтажных кронштейнов, консольно закрепляемых к несущему слою наружной стены в зоне оконных проемов. Данные кронштейны могут быть выполнены как из оцинкованной стали, так и из стеклопластиков. Тип применяемого кронштейна и его размеры зависит от величины необходимого вылета оконной конструкции относительно несущего слоя стены, а также веса оконных блоков.

Данная технология позволяет вести монтаж оконных блоков в зоне утеплителя наружных стен изнутри зданий, без применения внешних лесов или подмостей. Качество устройства несущего слоя наружных стен в этом случае не играет большой роли. В тоже время при данном способе монтажа оконных блоков существуют сложности с герметизацией узлов примыкания [5].

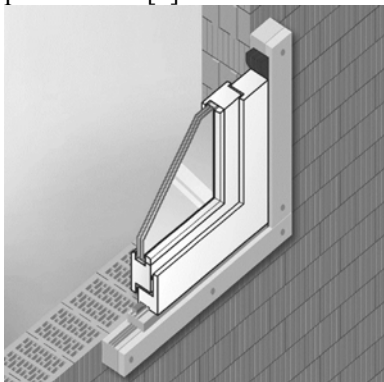


Рис. 1. Применение внешнего оклада для установки оконного блока в зоне утеплителя



Рис. 2. Применение специальных монтажных кронштейнов, консольно закрепляемых к несущему слою наружной стены в зоне оконных проемов

Указанные выше технологии монтажа окон в зоне утеплителя наружных стен зданий можно считать системными.

3. «Кустарная» система выносного монтажа окна в зоне утеплителя. Это примитивный способ выносного монтажа, который комбинирует в

себе концепцию вышеперечисленных вариантов, но с применением более простых и дешевых материалов. Этот способ имеет достоинства и недостатки обоих вариантов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Борискина И.В., Щуров А.Н., Плотников А.А.* Окна для индивидуального строительства. Москва: Функз Рус. 2013. 320 с.
2. *Борискина И.В., Плотников А.А., Захаров А.В.* Проектирование современных оконных систем гражданских зданий. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Выбор. 2008. 360 с.
3. *Борискина И.В., Шведов Н.В., Плотников А.А.* Современные светопрозрачные конструкции гражданских зданий. Справочник проектировщика. Том II Оконные системы из ПВХ. Санкт-Петербург: НИУПЦ «Межрегиональный институт окна». 2005. 320 с.
4. Руководство по установке окон и наружных дверей. Розенхайм: Институт оконных технологий. 2016. 251 с.
5. *Konstantinov A., Safiulloev T.* Energy-efficient installation of windows in multi-storey residential buildings. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018. Volume 365. Номер статьи 022017.
6. *Константинов А.П., Семенов В.С.* Прочностные и деформативные характеристики современных монтажных пен эконом-класса // Строительные материалы. 2019. № 3. С. 28–32.

ПРИМЕНЕНИЕ ПНЕВМОНЕСУЩИХ ОБОЛОЧЕК ДЛЯ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В РАЙОНАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Пневмонесущие оболочки - новая строительная мембранная технология, основанная на использовании полимерного материала — пленки ETFE или ЭТФЭ — этилентетрафторэтилен.

Система из полимерного материала (ЭТФЭ) состоит из сваренных между собой и по контуру от одного до пяти слоев пленки толщиной от 50 до 400 мк, и удельной плотностью от 0,0875 до 1,75 кг/м². Изделия могут быть прозрачные, матовые цветные или бесцветные, а также с нанесённым рисунком или другим специальным покрытием. При многослойном исполнении внутрь изделия нагнетается осушенный воздух под давлением от 300 до 800 Па для создания и поддержания заданной формы. Давление воздуха внутри системы изменяется в зависимости от погодных условий - температуры воздуха, атмосферного давления, и снеговых и ветровых нагрузок. Поддержание давления воздуха в ЭТФЭ-подушках достигается при помощи автоматизированной системы подачи воздуха в прослойки между пленками.

Преимущества строительной мембранной технологии является прежде всего малый вес конструкции по сравнению со стеклянными пакетами и другими светопрозрачными конструкциями, и высокая прочность. Основным недостатком – необходимость постоянно поддерживать определенное давление внутри пакета и его отдельных секций. Кроме того теплозащитные качества этой конструкции не могут быть выше чем у двухкамерных стеклопакетов. Несмотря на это этот материал нашел применение не только в районах с обычным климатом, но и на Крайнем Севере (см. рис. 1). Это прежде всего связано с удобством монтажа облегченных конструкции и возможностью перекрывать большие пролеты без дополнительных несущих элементов каркаса.

Большепролетные легкие конструкции позволяют управлять микроклиматом в пределах защищенной зоны, что особенно ценно в время полярной ночи. В летнее время эти пленки позволяют затенять внутреннее пространство под куполом во время полярного дня.

На рис. 2 представлена конструкция одной секции покрытия, выполненного из четырех слоев пленки ETFE. Для поддержания давления воздуха внутри системы в среднюю зону подается воздух, который затем через микроотверстия в внутренней пленке попадает в крайние зоны. При давлении выше нормального открывается клапан.

На рис. 3. представлен узел крепления пленки к несущей конструкции и система регулирования давления внутри пакета пленок. Воздух через пластиковые трубы 3 подается в камеры. Пленки 1 закрепляются в пластиковых муфтах 2. Шарнир в местах закрепления пленок снижает концентрацию напряжений. Давление воздуха внутри системы изменяться в зависимости от погодных условий - температуры воздуха, атмосферного давления, и снеговых и ветровых нагрузок [1,2].

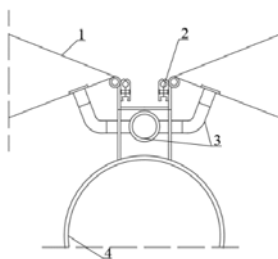
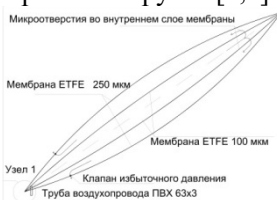


Рис. 1. Здание каркасной конструкцией с покрытием из пленки ETFE в районах Крайнего Севера

Рис. 2. Конструкция одной секции покрытия, выполненного из четырех слоев пленки ETFE.

Рис. 3. Узел крепления пленки ETFE к несущей конструкции

Действие ветровой и снеговой нагрузки показаны на рис. 4-6. Двухслойная ЭТФЭ-подушка при подсосе ветра (см. рис. 4) тянет верхний слой ЭТФЭ-подушки наружу. При этом объем камеры увеличивается, а верхний слой далее несет только подсос ветра. Ветер давит (см. рис. 5) на верхний слой ЭТФЭ-подушки внутрь до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие давления ветра и внутреннего давления. Как только предварительное натяжение верхнего слоя будет компенсировано, внутреннее давление равно давлению ветра. Верхний слой далее несет только давление ветра, а нижний слой полностью провисает

Под снеговой нагрузкой (см. рис. 6) увеличение нагрузки происходит очень медленно, и воздух может выходить из подушки. Таким образом, в случае снега, внутренне давление необходимо отрегулировать на значение выше, чем снеговая нагрузка. Следует отметить, что снеговые нагрузки на пневмонесущие покрытия, как и на другие типы светопрозрачных конструкций, будут зависеть от теплового режима подкровельного пространства [3-5].

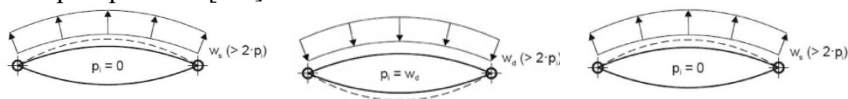


Рис. 4. Действие ветровой нагрузки подсоса на пневмонесущую оболочку

Рис. 5. Действие положительной ветровой нагрузки на пневмонесущую оболочку

Рис. 6. Действие снеговой нагрузки на пневмонесущую оболочку

Теплотехнические характеристики ETFE мембраны получить расчетным методом очень сложно. Поэтому можно ориентироваться на примеры результатов теплотехнических лабораторных испытаний при использовании 2, 3 и 4 слоев ETFE мембраны толщиной 247...255 мкм.

Температура воздуха в помещении +21,0 °С, температура воздуха в морозильной камере (-39 ± 2) °С, относительная влажность воздуха 59,7 %.

Таблица 1

Приведенное сопротивление теплопередаче пневмонесущих конструкций с ETFE мембранами

1	Количество слоев пленки	2	3	4
2	Приведенное сопротивление теплопередаче, м ² °С/Вт	0,508	0,587	0,666

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Стратий П.В., Плотников А.А., Борискина И.В.* // Исследование прогибов стекол пакета при действии атмосферной составляющей климатической нагрузки // *Жилищное строительство*. 2011. № 4. С. 33–36.
2. *Стратий П.В., Борискина И.В., Плотников А.А.* Климатическая нагрузка на стеклопакеты // *Вестник МГСУ*. 2011. № 2-2. С. 262
3. *Константинов А.П., Борискина И.В., Плотников А.А.* Снежный покров на стеклянных купольных покрытиях отапливаемых зданий (на примере г. Москва) // *Вестник МГСУ*. 2011. № 1-1. С. 120-126.
4. *Константинов А.П., Борискина И.В., Плотников А.А.* Особенности накопления снега на эксплуатируемых стеклянных куполах // *Жилищное строительство*. 2010. № 11. С. 38–41.
5. *Константинов А.П., Плотников А.А., Борискина И.В.* Снег на светопрозрачных кровлях отапливаемых зданий // *Вестник МГСУ*. 2012. № 4. С. 51-55.

Студент магистратуры 2 года обучения 5 группы ИСА

Крышамхалов А.А.

Научный руководитель - доц., канд. культурологических наук, доц.

Соловьев К.А.

КОНСТРУКТИВНАЯ СИСТЕМА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ЕВРОПЫ В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ИСТОРИИ

На протяжении своей истории, Европейская архитектура подарила нам сотни культовых памятников архитектуры, накопленные тысячелетней, богатой историей Европы. Каждый промежуток Европейской истории ознаменован своим поворотными и эпохальными событиями, создавая для каждой эпохи свой особый архитектурный стиль, что не смогло, не отразится на особенностях архитектуры и ее конструктивной системы для каждого стиля.

Еще во 2-е тысячелетие до н.э. (эпоха бронзы) на территории Европы уже располагались простейшие для сегодняшнего дня сооружения, воздвигнутые человеком. Примером может служить простейшие Дольмены, служившие местом захоронений, принцип конструктивной системы уже можно отнести к древнему предку нынешней каркасной системы, т.е. два-четыре вертикально стоящих камня, перекрытых другим камнем. Или взять Кромлех, состоящий из столбов и плит, расположенных по кругу. По одной из теорий, Кромлех служил «храмом солнца» местом для молитв древних людей, примером может служить английский Стоунхендж.

В античности, центрами европейской архитектуры были Древний Рим и Греция. Великолепные строения которых сохранились и до наших дней, примерами могут служить Колизей, акведуки, Храм Весты или же пантеон. Примечательным отличием Греческой и Римской архитектуры является то, что римляне первыми в мире начали использовать в качестве строительного материала бетон, а также в ней стали играть всё большую роль арки. Что само собой усложняло несущие способности колон (каркасной системы) которым отдавали предпочтение греки, а прибегали к помощи несущим стенам и пилястрам (стенная система), однако римляне не совсем избавились от колон, они играли большую архитектурную и эстетическую ценность в общей архитектуры античности Рима, а также служили маскировкой для наготы пилястр. Греческая архитектура, была примечательна более большим количеством статуй и эстетики колонн, арки практически не использовались, сохранив тем самым каркас конструкции.

В эпоху средневековья, ведущую роль роль играли византийская, романская и готическая. В виду суровости и тяжелых времен средневековой Европы, пошли в упадок архитектурное искусство, основную роль

играла Византийское зодчество ввиду укрепления христианства на континенте. Основную роль играло строительство храмом, но продолжалось строительство дворцов, акведуки и т.д. Ввиду того что в средневековье отдавалось предпочтение строительству храмов, был сформирован крестово-купольный тип храма. Широкую популярность получил кирпич-плинфа. Отличительной чертой конструктивной системы Византийской архитектуры, было то, что верхушки стен представляли собой дугообразную форму, на которую опирался купол, а сами стены опирались на массивные столбы. Были впервые применены сводчатые перекрытия именно в византийской архитектуре.

Первое что заставляет обратить внимание строителя глядя на Романские сооружения — это мощные каменные стены, которые давали даже простым монастырям и церквям вид военных крепостей, с аскетично оформленными стеклами в окнах. Ввиду большого веса каменных конструкций, инженеры пришли к выводу что ранее используемые деревянные колонны и стены не подойдут для строительства и заменили их на более мощные бетонные. Ритмическое единство и целостность всему храму придал цилиндрический свод, простой по своим очертаниям, но весьма сложный в конструктивном отношении. Его распор равномерно распределяется по всей длине несущих стен, что делало трудным создание в них значительных проемов.

Готическая архитектура резко отличается от романской и византийской. Высокие, статные, мрачные, загадочные, передающие всю полноту суровости того времени. Готическая архитектура по праву считается главным украшением средневековья. Невиданные доселе высокие сооружения, сердцем конструктивной системы которых был каркас. Огромные колонны с арками которые протяженные галереи (стены практически отсутствуют) а пространства между колоннами заполнялись огромными красочными окнами.

Уже в более спокойные времена, когда крестовые походы, инквизиция и религиозные войны были позади, в эпоху рассвета европейского искусства большое внимание начали уделять более мягкому, изящному и красивому внешнему облику строений, так, на рубеже XVI века появились такие архитектурные стили как архитектура барокко и ампир. Во времена эпохи возрождения огромное внимание уделялось индивидуально одному зданию, но общий облик улицы предусматривался слабо, что крайне не удовлетворяло буржуазию. Все изменилось с приходом барокко, где был учтен архитектурный пейзаж всей улицы в целом. Основной системой конструкций барокко были толстые несущие стены, которые строились из кирпича или камня, покрывались толстым слоем штукатурки, а в верхних частях стен обустраивали архитектурные элементы. Важным средством организации пространства вновь становятся своды —

сомкнутые, парусные, крестовые, а также новые типы сводов, образуемые сложными сводчатыми пересечениями. Усложнение строительных конструкций в соответствии с общим архитектурным замыслом стало возможно в связи с интенсивным развитием инженерно-строительной науки, открытием новых законов теоретической механики и методов расчёта конструкций. Вскоре, в эпоху позднего классицизма появилось новое архитектурное направление-ампир. Первоначально архитектурный стиль ампира предназначался для дворцов и вил загородной знати, для более яркого и богатого украшения, однако со временем началось строительство и общественные сооружения – театры, музеи, университеты, вскоре к ним добавились больницы, общественные дома и т.д. Основой строительного процесса ампира были мощные несущие стены (стенная система) и своды, которые стали более плоскими. Важным пластическим элементом становится портик, в то время как стены снаружи и внутри членились мелкими пилястрами и карнизами. В композиции целого и деталей, объемов и планов преобладает симметрия.

Посмотрев на историю архитектуры в целом, мы можем увидеть, что конструктивная система менялась в архитектуре, в зависимости от времени и поворотных моментов истории Европы. Каждый архитектурный стиль и его конструктивная особенность была создана даже не инженерами, а временем той эпохи. На сегодняшний день, мы используем наследие наших предков уже в современных реалиях, используя конструктивные системы, созданные со временем уже для наших современных построек. Примером может служить фахверковые сооружения которые были столь популярны в Германии на рубеже XV века, но продолжают использоваться в строительстве и по сегодняшний день, примером могут служить многие современные дома в сегодняшней Англии, Австрии, Нидерландов, Франции и многих других стран, где применяются конструкции аналогичные ранним, лишь с различием панорамных окон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Уилкинсон Ф., Архитектура. 50 идей, о которые нужно знать // М.: Москва. Фантом-Пресс.-2014. С. 45-98.
2. Губер А.А., Колли Н.Д., Всеобщая история архитектуры // Том 4. Архитектура Западной Европы. Средние века. // М.: Издательство литературы по строительству 1966. С.89 – 300.
3. Пер. Петровского Ф.А. Десять книг об архитектуре//Витрувий. М.:Изд-во Всес. Акад архитектуры. М.: Эксмо. 2013. - С 26-65.
4. Гнедич П. Мировая архитектура //2018. С. 40-100
5. Каптиков А.Ю., Романская архитектура Италии // Ломбардия-Эмилия-Романья-Тоскана-Апулия-Сицилия. М.:Tatlin. 2012. - С 26-65.

СВЕТОПЕРЕРАСПРЕДЕЛЯЮЩИЕ УСТРОЙСТВА В СИСТЕМЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ ЗДАНИЯ.

Основными элементами системы искусственного освещения, как совокупности осветительных установок, определяющими ее эффективность, являются осветительные приборы, включающие источники света и пускорегулирующая арматура.

Боковое освещение – это освещение через оконные проемы, находящиеся на фасаде здания. Это самый распространенный вид освещения во всем мире. Это единственное решение, где расположение светопрозрачных конструкций позволяет обеспечить людям визуальную связь с «внешней средой».

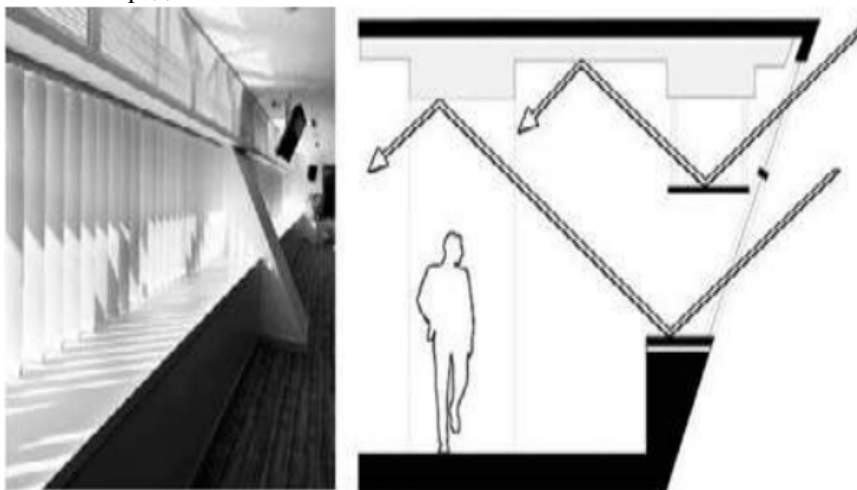


Рис. 1. Световые полки

Для увеличения глубины проникновения естественного освещения через оконные проемы в стене зданий можно использовать «световые полки» (рис. 1) – горизонтальные поверхности, которые перенаправляют свет вглубь помещения. В перераспределении света участвует и потолок, поэтому все элементы должны быть отделаны материалами с высоким коэффициентом отражения. [4]

Одной из достаточно новых тенденций светоперераспределения в строительстве считаются купольные дома, которые имеют многовековую историю (Древний Рим, Сирия, Иран, Месопотамия).

Стратодезический купол обладает осевой симметрией (рис. 2).

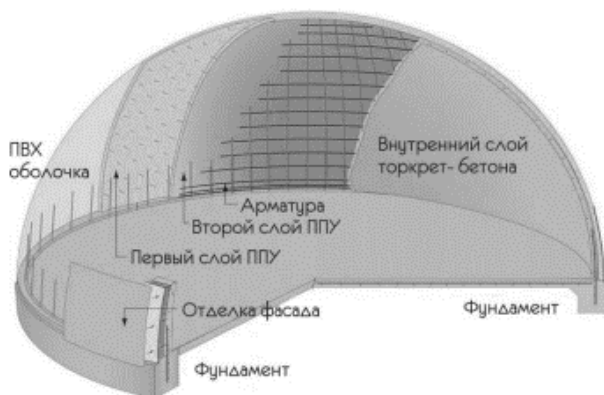


Рис. 2. Монолитный бетонный купол

Благодаря огромному опыту архитекторов и строителей всего мира в настоящее время появляются все новые и новые идеи светоперераспределения в системе естественного освещения объектов.

Выбор вида естественного освещения в здании должен проходить путем отказа от стереотипов в проектировании. Обеспечение высокого качества естественного освещения и комфорта в помещении, а также максимальной энергоэффективности предлагаемых решений для современных зданий требует нестандартных научно-технических решений. Для подбора оптимального, с точки зрения всех факторов, варианта использования естественного освещения здания необходим индивидуальный подход в каждом конкретном случае, с учетом всех макроклиматических параметров среды и создаваемого микроклимата в помещениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Булат Р.Е., Игнатчик В.С., Саркисов С.В. Направления научно-исследовательских работ военного института (инженерно-технического) на современном этапе развития // Военный инженер, СПб, 2017. - № 1 (3). -с. 29-32.
2. Кисилев В.В., Каримов И.К. Анализ способов автоматизированного управления освещением в помещениях // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2016. С. 55.
3. Е.И. Попова, Н.Н. Бащенко, А.И. Сорвачев, О.Д. Чуприна Поверхность купола как элемент энергоэффективности ограждающих конструкций //Вестник Сибирского государственного политехнического университета. – 2017. – № 2 (20). – С. 30–34.
4. Соловьев А.К. Физика среды//. - Москва: АСВ, 2011. – 341 с.

5. *Савин В.К.* Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение// у. м.: ,2005, 432 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИТИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СИРИИ

В настоящее время строительная отрасль в Сирии переживет сложные последствия многолетнего вооружённого конфликта на её территории. Как и любая другая отрасль экономики страны строительство в первую очередь на проявляет свои усилия на восстановление разрушенных основных фондов промышленности сельского хозяйства, так же, как и на восстановление, реконструкцию и новое строительство гражданских объектов, в первую очередь жилья и сопутствующей инфраструктуры. Находясь в условиях необходимости жёсткой экономии средств, энергии и материальных ресурсов, сирийские строители и архитекторы все чаще причиняют сейчас методы проектирования и строительства на основе традиционных многовековых методов естественного (пассивного) регулирования внутреннего микроклимата в зданиях в условиях сухого , жаркого и солнечного климата страны.

При этом капитальные затраты на проектирование и строительство могут несколько возраста, но эксплуатационный расходы многократно снижаются. [1,2,3,4,5].

При проектировании зданий в условиях жаркого, сухого и солнечного климата Сирии всё факторы, формирующие внутренний микроклимат в помещениях, следует рассматривать комплексно.

Внутренний микроклимат формируется из суммы микроклиматических режимов- теплового, светового, акустического и т.д.

В условиях климата Сирии главным режиму, несомненно, являются тепловой (или температурно- влажностный) режим.

В городских условиях к нему добавляется акустический режу во всех случаях следует уделять особое внимание световому режиму, который занимает особое место.

Это объясняется тем, что в условиях солнечного климата Сирии освещение в помещениях в основном обеспечивается солнечным светом, который такие является и источником избыточных теплоступлений.

Это теплоступления могут успешно блокироваться различными солнцезащитными средствами, что, в своего очередь, снимает уровни естественной освещенности в помещениях.

Таким образом, комплексность рассмотрения этой проблемы требует ещё и введения "весовых критериев ", на основе оптимального сочетания которых и возможно достижение общему комфорта внутреннего микроклимата. [6,7].

Жаркий , сухой и солнечный климат Сирии, требует создания так называемого " закрытого режима " эксплуатации зданий – для максимальной изоляции их интерьеров от жаркого наружного воздуха, пыли и теплового воздействия солнечной радиации.

В этом случае планировка зданий должно быть компактной и простой.

Следует максимально изолировать помещения зданий от неблагоприятного воздействия внешней среды с раскрытием их во внутренние или внешние полностью или частично открытые "летние помещения" – атриумы , внутренние дворики , лоджии, галереи и т.д. [1,2,3,4,6,7].

При "закрытом" режиме внутренних помещений их теплоизоляция обеспечивается устройством относительно небольших окон и массивностью ограждающих внешних конструкций.

Дополнительно устраиваемые внутренний дворики, особенно озеленённые и обводненчлив активизируют естественную вентиляцию помещений и способствуют понижению температуры воздуха в помещениях на 5 – 10 %.

Гражданские здания в климате Сирии обычно проектируют галерейными, секционными и реже – коридорными.

Примеры планированных решений гражданских зданий в условиях Сирии приведены на рисунках 1 и 2.

Обычно возводят здания малой или средней этажности (от 2 до 6 этажей).

При традиционно относительно узких улицах в городах стран ближнего востока, особенно в старых, исторических их частях, фасады этих зданий эффективно затеняются объектами противостоящей застройки, как правило, гражданские здания в рассматриваемых условиях имеют развитые подвальные или цокольные этажи и часто возводятся в выемках.

При этом первые этажи их располагаются не выше отметок уличных тротуаров.

В этом случае первые этажи зданий, в которых обычно располагаются предприятия торговли надежно защищаются от перегрева не только падающими теньями, но и более прохладном микроклиматом заглубленных пространств.

Массивные стены зданий, как правило, выполняемые из кирпича, природного камня и мелких бетонных блоков обладают хорошими теплоизоляционными качествами и высокой теплоустойчивостью.

Покрытия зданий, испытывающие сильное тепловое воздействие за счёт прямой солнечной радиации при высокой уровне солнцестояния в рассматриваемом регионе, выпаяют плоскими, в виде эксплуатируемых

покрытий (так называемые "крыш-террас") такие выполняются массивными неventилируемыми, либо более легкими, но вентилируемыми.

Часто в крупные помещения зального типа используются купольные или сводчатые покрытия, снижающие тепловое воздействие солнечной радиации и повышающие теплоотдачу конструкций покрытия.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1- Современная политико-экономическая ситуация в Сирии, серьёзно осложнившаяся в результате многолетнего вооруженного противостояния, требует своего быстрейшего и эффективного разрешения.

Этот метод подразумевает создание комфортного внутреннего микроклимата в помещениях зданий исключительно за счёт их объёмно-планировочного и конструктивного решения.

2- Создание комфортной внутренней среды в помещениях зданий в рассматриваемых условиях при естественном методе климатизации возможно лишь при учёте всех факторов, формирующих микроклиматические режимы помещений.

Эти режимы, важнейшими из которых являются температурно-влажностный, световой и чумовой, должны рассматриваться комплексно, с нахождением оптимального соотношения параметров рассматриваемых режимов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Предтеченский В. М.* Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том 5. Основы проектирования // М.: строй издатель, 1976, 211 с.
2. *Шевцов К.К.* Проектирование зданий для районов с особыми природно- климатическими условиями // М; высшая школа, 1986, 232 с.
3. *Лицкевич В.К.* и др. Архитектурная физика// М; строй издатель, 2001, 448 с .
4. *Савин В.К.* Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение// у. м.: ,2005, 432 с.
5. *Раззак А.Х.* Внутренняя среда в модульных зданиях малых предприятий. лёгкой промышленности в условиях Ирака // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2000, 21 с.
6. *Джамус Я.М.* Создание строительными методами комфортных условий внутренней среды в гражданских зданиях ближнего востока// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М., 2000, 19 С.

РОЛЬ СТАЦИОНАРНЫХ СОЛНЦЕЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В СОЗДАНИИ КОМФОРТНОЙ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ДЛЯ УСЛОВИЙ СИРИИ

Солнцезащитные устройства (СЗУ), которые широко применяется в архитектуре стран с жарким и солнечным климатом подразделяются по ряду классификационных признаков.

Они классифицируются на наружные и внутренние, стационарные и регулируемые (мобильные). Кроме этого, они подразделяются по материалу изготовления и своему положению в пространстве.

Наиболее популярными СЗУ в климатических условиях Сирии являются перезанное СЗУ и жалюзи.

Первые-потому, что их роль могут играть и элементы рекреационных помещений таких ,как лоджии, балкона и летных коммуникационных помещений – таких, как галереи .[4,5] .

В проведенных исследованиях рассматривались стационарные наружные СЗУ в виде козырьков. С точки зрения их влияния на светораспределение в помещениях. В соответствии с действующими в настоящее время отечественными нормативами документации, солнцезащитные элементы уменьшают естественную освещенность в помещениях, что следует из формулы (1): [1,2 ,3,5,6].

$$e_{\text{в}}^{\text{р}} = (\epsilon_{\text{б}} * q + \epsilon_{\text{зд}} * K_{\text{зд}} * \beta_{\text{ф}}) \frac{\tau_{\text{о}} * r_{\text{о}}}{k_{\text{з}}} \text{ -----(1)}$$

Где:

$C_{\text{б}}^{\text{р}}$ – расчётное значение коэффициента естественной освещенности (К.Е.О.) при системе бокового естественного освещения;

$\epsilon_{\text{б}}$ – геометрический коэффициент естественной освещённости (Г.К.Е.О.) при системе базового естественного освещения; учитывающий прямой свет неба;

q - коэффициент, учитывающий неравномерную яркость небосвода при диффузной наружной освещённости;

$\epsilon_{\text{зд}}$ - геометрический коэффициент естественной освещённости, учитывающий свет, отраженный от противостоящих зданий при системе бокового естественного освещения;

$K_{\text{зд}}$ - коэффициент, учитывающий геометрические параметры объектов противостоящей застройки;

$\beta_{\text{ф}}$ - коэффициент, учитывающий яркость отделки фасадов противостоящих зданий;

$K_{\text{з}}$ - коэффициент запаса;

r_0 - коэффициент, учитывающий повышение К.Е.О. в помещении за счёт света, отраженного от внутренних поверхностей помещения и прилегающей к зданию поверхности земли;

τ_0 - общий коэффициент светопропускания проемов, учитывающий при системе басового естественного освещения количество слоев стека и его чистоту, конструкцию оконного блока, материал переплётов, тип солнцезащитных устройств и т.д.

При отсутствии противостоящей застройки формула (1) принимает более простой вид:

$$e_{\tau_0} = \frac{\varepsilon_6 * q_0 * \tau_0 * r_0}{k_3} \text{ -----(2)}$$

Коэффициент " τ_0 ", входящий в приведенные формулы, в частности, через частный коэффициент " τ_4 " учитывает влияние различных СЗУ на уровни естественной освещенности в помещении. В нормах пивных документах [1,2,3], значения " τ_n ", в частности, для рассматриваемых нами СЗУ в виде горизонтальных козырьков изменяется в пределах от 0,6 до 0,9, что показывает их позитивное влияние на уменьшение продолжительности инсоляции, но и негативное влияние на уровни КЕО, в помещении. В рассматриваемых нами природно-климатических условиях Сирий с жарким и солнечным климатом продолжительность годового солнечного сияния велика, что делает необходимым проведение светотехнических расчетов по альтернативной методике

"Ясного неба", предложенной в [7,8], а затем дополненной и развитой на кафедре "Проектирования здания и сооружений" Московского Государственного Строительного Университета у в научно- исследовательском институте строительной физики [7,8,9,10,11,12].

При этом установлено, что в условиях ясного неба отражённые солнечные потоки играют значительную роль в повышении значений К.Е.О. в рассматриваемых помещениях.

Основной отражающей поверхностью в этом случае является верхняя грань горизонтального солнцезащитного козырька, как показано на рисунке 1. На рисунке 2 показан принципиальный характер светораспределения по глубине помещения с боковыми светопроемами при диффузном и солнечном наружном освещении с применением солнцезащитных козырьков и без них.

При солнечном освещении, за счёт перераспределения отражённых световых потоков, значения К.Е.О. в глубина-снижаются, что полностью отвечает требованиям нормативной расчётной методики, оценивающей достаточность естественной освещенности именно в глубине помещения.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Показать большая роль стационарных горизонтальных солнцезащитных устройств в виде козырьков в создании комфортной внутренней световой среды в помещениях зданий с системой бокового естественного освещения. В частности, увеличение значений К.Е.О. в дальней от окон зоне помещения определяется дополнительным действием перераспределенных потоков солнечного света, отраженного сначала от внешних СЗУ, а затем-от потолка помещения.

2. Положительная роль СЗУ рассматриваемого типа в вопросе повышения значений К.Е.О. в помещениях может проявиться лишь при условиях ясного небо, при значительной продолжительности годового солнечного сияния. В этом случае расчёт К.Е.О. необходимо проводить по альтернативной методике "ясного неба", которое характерно для солнечного климата Сирии.

3. Проведенные исследования по теоретическому и натурному определению К.Е.О. в помещениях с наружными стационарными СЗУ в виде козырьков при системе бокового естественного света показали существенное расхождение величин внутренней естественной освещенности, определенных по нормативной и альтернативной методикам расчёта. Во втором случае значения К.Е.О. несколько меньше у светопроема, но значительно выше в глубине помещения, что свидетельствует о большей равномерности естественной освещенности при наружном солнечном освещении и применении солнцезащитных козырьков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *СНиП 23-05-95*"Естественное и искусственное и искусственное освещение "м.: Госстрой России, 54 с.
2. *Шевцов К.К.* "проектирование зданий для районов с особыми природно- климатическими условиями ". М; высшая школа, 1986, 232с.
3. *Соловев А.К.*"Эффективность верхнего естественного освещения производственных зданий". Автореферат дис. наук. М.: 2010, 72 с.
4. *Стецкий С.В, Ходейр В.А.* " внутренняя световая среда в жилых зданиях при использовании комбинированной солнцезащиты". Вестник МГСУ, 2012, № 8, 39 – 45 с.
5. *Стецкий С.В.*"Стационарные солнцезащитные средства как фактор архитектурной выразительности зданий и обеспечения комфортных микроклимат и чётких внутренних режимов в их помещениях для условий жаркого солнечного климата " научное обозрение, 2014, № 7, 572 – 579 с.
6. *Стецкий С.В.*" сравнительный анализ функциональных характеристик солнцезащитных средств для гражданских зданий в условиях жаркого и солнечного климата" светотехника, 2017, № 3, 29 – 33 с.

Студентка магистратуры 2 года обучения группы ИСА Хаяндукова Л.Б.

Научный руководитель – проф., д-р техн. наук, проф. А.И. Гиясов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАГЛУБЛЕННЫХ ЖИЛИЩ

Неэффективное использование энергоресурсов является одной из самых серьезных проблем XXI века. В связи с этим термин «энергоэффективность» становится более популярным, при этом его использование в контексте энергоэффективного проектирования требует более внимательного отношения к отбору критериев, по которым здание признается энергоэффективным. К таким критериям можно отнести использование грунта в качестве ограждения, которая будет обеспечивать естественную теплозащиту и шумоизоляцию, в строительстве заглубленных индивидуальных жилищ.

Заглубленные жилища – это здания, основной характеристикой которых является частичное или полное заглубление в грунт, и в то же время соответствующие основным принципам экостроительства. Подземные и заглубленные здания составляют одно из направлений «зеленой» архитектуры, и также являются одними из первых и древнейших примеров использования энергоэффективной архитектуры в истории. На глубине двух метров в средней полосе зимой и летом температура составляет 10–17 °С. В холодный период земля дает тепло, летом – прохладу. Потребность в заглубленной архитектуре возникла в связи с повышением требований к теплозащитным свойствам ограждающих конструкций в России и за рубежом [1].

В настоящей статье предполагается, что прием полного или частичного заглубления здания в строительстве индивидуального жилища может стать решением концепции современного энергопассивного дома. Данное решение может быть значительно эффективным в климате и экономических условиях Северного Кавказа, где заглубленные здания еще системно не апробировались, хотя природные условия способствуют их внедрению в строительную практику. Так примером могут быть строения по типу «пещеры» в горных районах, а также «землянок» на равнине. Таким образом, целью работы является анализ возможностей внедрения в практику строительства индивидуального жилого дома проектирование пассивных заглубленных жилищ.

Основной причиной изменения климата является излишнее применение углеводородного топлива. Также, топливо является единственной стабильной системой энергоснабжения, которая способна дать ответ нашим энергетическим потребностям и основанная на самовозобновляемых источниках энергии. К основным преимуществам возобновляемых

источников энергии относятся: относительная экологическая безвредность и практическая неисчерпаемость запасов, что связано с отсутствием побочных эффектов, которые загрязняют экосферы, а также полное сохранение естественного ландшафта. Недостаточный на сегодняшний день технический уровень методов использования, в частности, в южных регионах России сдерживает их развитие.

Физико-геологические и природно-климатические условия Северного Кавказа отличается большой сложностью. Благодаря своему южному положению, получает много тепла. Климат на равнине умеренно-континентальный степной, в горах более влажный и прохладный; в северной части Черноморского побережья Кавказа носит средиземноморский характер, переходящий к юго-востоку во влажный субтропический. Средняя температура января от -4°C в Предкавказье до $3-5^{\circ}\text{C}$ на побережьях Черного и Каспийского морей, июля $22-24^{\circ}\text{C}$. Суммарная солнечная радиация изменяется от 115 ккал/см^2 на севере до 120 ккал/см^2 на юге. Продолжительность теплого периода составляет 250-300 дней [3]. Эти характеристики территории юга России априори благоприятны для строительства заглубленных жилых домов.

При условии создания комфортного проживания и пребывания людей, необходимый эффект снижения энергозатрат может быть достигнут при соблюдении следующих требований: определение типа здания, выбор места под строительство, рациональное планирование и конструктивное решение, его размещение на участке и ориентация, благоустройство и озеленение участка строительства.

Основным критерием достижения энергосберегающего эффекта заглубленных жилищ является защитная толща грунта. Известно, что температура грунта на глубине 5–9 м является постоянной и не снижается до отрицательных значений даже в холодный период года. В летний период земля дает прохладу, зимний – тепло.

По глубине заложения заглубленные здания подразделяют на заглубленные, врезанные в склоны и полузаглубленные (отвальные). При выборе решений важно учитывать целесообразность применения инновационных механических систем. К ним относятся: солнечные коллекторы, рекуперация тепла из сточных вод, кондиционирование воздуха с использованием льда, использование низкопотенциального тепла земли. Системы солнечного отопления для заглубленных жилищ представляются перспективными, поскольку имеют хорошие тепловые характеристики и такие дома потребляют намного меньше тепла. При решении, предусматривающем применение активного использования солнечной энергии, необходимо обеспечить дополнительное пространство для установки накопительных емкостей и оборудования. Применение солнечных коллекторов оказывает большое влияние на ориентацию участка и выбор

решения, при условии, если коллекторы являются элементом конструкции.

Другим вариантом альтернативных механических систем, оказывающих влияние на проектирование конструкции здания и общие решения, используют системы геотермальных тепловых насосов. Тепловой насос – это устройство для переноса тепловой энергии от теплоотдатчика с низкой температурой к теплоприемнику с высокой температурой. По сравнению с другим теплогенератором, он может забирать накопленное землей тепло и передавать его в здание. В качестве системы отопления в концепцию заглубленного экоддома вписываются еще тепловые насосы, так как смонтировать геотермальные приемники проще и дешевле, в отличие от надземного строительства. Оборудование в основном располагается под землей. В качестве формообразующих факторов могут выступать искусственная насыпь или природный массив.

Главными проблемами, с которыми возможно столкнуться при проектировании заглубленного жилища, будут подземные воды и невозможность устройства естественной вентиляции, решение которых необходимо углубленно исследовать.

Все энергетические системы, которые применяются для заглубленных домов, оказывают существенное влияние на проектные решения. Поэтому всесторонняя, детальная оценка вышеописанных систем при выборе основных решений позволит включить их в проектное решение.

Северо-Кавказский регион, отличающийся специфическими природно-климатическими условиями, остро нуждается в развитии исследований в области энергоэффективного строительства. Заглубленное жилище значительно может сократить использование углеводородного топлива и сохранить естественный ландшафт великолепных видов Северного Кавказа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Ильвицкая С.В., Кукушкина Л.А.* Архитектура заглубленных зданий в контексте «зеленых» технологий // *Творчество и современность.* 2017. № 1 (2). С. 45-49.
2. *Рогожникова М.А.* Типология заглубленного жилого дома // *Architecture and Modern Information Technologies.* 2013. № 1 (22). С. 13.
3. *Васильев Г. П.* «Зеленое» строительство как инструмент экономии первичного топлива // *Энергосбережение.* – 2011. – № 8.
4. *Рогожникова М.А.* Типология заглубленного жилого дома // *Architecture and Modern Information Technologies.* 2013. № 1 (22). С. 13.
5. *Васильев Г. П.* «Зеленое» строительство как инструмент экономии первичного топлива // *Энергосбережение.* – 2011. – № 8.