

Владимирский государственный университет

ДНИ НАУКИ СТУДЕНТОВ ИАСЭ – 2023

Материалы научно-практической конференции

20 марта – 7 апреля 2023 г.

г. Владимир

Владимир 2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

Институт архитектуры, строительства и энергетики

ДНИ НАУКИ СТУДЕНТОВ ИАСЭ – 2023

Материалы научно-практической конференции

20 марта – 7 апреля 2023 г.

г. Владимир

Электронное издание



Владимир 2023

ISBN 978-5-9984-1935-5

© ВлГУ, 2023

УДК 624.01

ББК 38.11

Редакционная коллегия:

С. Н. Авдеев, канд. техн. наук директор ИАСЭ

А. В. Вихрев, канд. техн. наук зав. кафедрой автомобильных дорог

Л. Е. Кондратьева, канд. техн. наук доцент (*отв. редактор*)

С. В. Прохоров, канд. техн. наук зав. кафедрой строительного
производства

С. И. Рощина, д-р техн. наук зав. кафедрой строительных
конструкций

С. В. Угорова, канд. техн. наук зав. кафедрой теплогазоснабжения,
вентиляции и гидравлики

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Дни науки студентов ИАСЭ – 2023 [Электронный ресурс] : материалы науч.-практ. конф., 20 марта – 7 апр. 2023 г., г. Владимир / Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых ; Ин-т архитектуры, стр-ва и энергетики. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2023. – 279 с. – ISBN 978-5-9984-1935-5. – Электрон. дан. (13,6 Мб). – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; дисковод DVD -ROM. – Загл. с титул. экрана.

Представлены материалы ежегодной научно-практической конференции Института архитектуры, строительства и энергетики в рамках Дней науки студентов ВлГУ. Приведены наработки в сферах архитектурного проектирования, строительных конструкций, строительного производства, сопротивления материалов и строительной механики, а также проектирования и строительства автодорог и инженерных сетей.

Представляют интерес для студентов, аспирантов архитектурно-строительных специальностей, преподавателей.

ISBN 978-5-9984-1935-5

© ВлГУ, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

Кафедра архитектуры

Копылевская А. М., студент, к.т.н. доцент Еропов Л. А. ОТДЕЛКА ФАСАДОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЕПНИНЫ	8
Корнеева В. О., студент, к.т.н. доцент Еропов Л. А. САЙДИНГ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ	14
Куприна С. А., студент, к.т.н. доцент Еропов Л. А. ГИБКАЯ КЕРАМИКА	20
Тымчик А. О., Домкин Р. Р., студенты, ст. преп. Богомазова В. В. ГЛАВНЫЕ СИМВОЛЫ БУДУЩЕГО В КУБОФУТУРИЗМЕ	27
Жезлова М. М., Грамотова А. А., студенты, ст. преп. Богомазова В. В. САНТЬЯГО КАЛАТРАВА. ЧУДЕСА ПРИРОДЫ НА ЯЗЫКЕ АРХИТЕКТУРЫ	39
Мухина Д. А., Демидова М. М., студенты, ст. преп. Богомазова В. В. СЮРРЕАЛИЗМ – СОТВОРЕНИЕ ДРУГОЙ РЕАЛЬНОСТИ. АНДРЕ БРЕТОН И САЛЬВАДОР ДАЛИ	48
Николенко Д. О., студент, ст. преп. Куликова Е. М. СОВРЕМЕННЫЙ ФУТУРИСТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН В ПРОЕКТАХ ТОКУДЗИН ЁСИОКА	54
Ибрагимов Т. Б., студент, ст. преп. Куликова Е. М. ФУТУРИСТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ	60
Савельева В. Н., Снагина А. А., студенты, ст. преп. Платонов С. В. ВИТРАЖ. ИСТОРИЯ ВИТРАЖА И ТЕХНОЛОГИИ	67
Дмитриева Д. А., студент, ст. преп. Платонов С. В. ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ ПО КАНДИНСКОМУ	76
Фирсова К. С., студент, ст. преп. Легина О. Н. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОСВОЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ	82

Кафедра строительного производства

Рогов И. Н., студент, к.т.н. доцент Семенов А. С. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	95
--	----

Кафедра строительных конструкций

Калиниченко М. В., студент, к.т.н. доцент Яшкова Т. Н. ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	102
Воронина А. А., студент, к.т.н. доцент Яшкова Т. Н. АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ВО ВЛАДИМИРЕ	110
Радаева Е. А., студент, к.т.н. доцент Яшкова Т. Н. АКУСТИКА ЦЕРКВЕЙ	116
Левицкая С. А., студент, к.т.н. доцент Яшкова Т. Н. КОНСТРУКЦИИ ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТЕКЛОПАКЕТОВ И ОКОН	121
Усманова А. Ф., студент, к.т.н. доцент Яшкова Т.Н. ИННОВАЦИОННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	128
Терентьев К. М., студент, к.т.н. доцент Лукина А. В. КРЫТЫЙ ФУТБОЛЬНЫЙ МАНЕЖ Г. ВЫБОРГ, ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.	135
Тужилова М. В., студент, к.т.н. доцент Лукина А. В. ПРОЕКТ ШКОЛЫ НА 550 МЕСТ В Г. КРАСНОУФИМСКЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ	141
Фетисов М. М., студент, к.т.н. доцент Лукина А. В. ФУНДАМЕНТЫ В ВИДЕ МОНОЛИТНОЙ «ПЕРЕВЕРНУТОЙ» РЕБРИСТОЙ ПЛИТЫ	150
Попова О. М., студент, к.т.н. доцент Грязнов М. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН АВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ И МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ «ДОМ КАНУННИКОВА», XVII В., Г. ГОРОХОВЕЦ, ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛАСТЬ	164

Кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики

Пазухин П. Ю., студент, к.т.н. доцент Борисов Б. Н. СТРУЙНЫЙ НАСОС	179
Усманова А. Ф., Калиниченко М. В., студенты, ст. преп. Гаврилов М. В. ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ	185
Гавшина В. В., студент, ст. преп. Гаврилов М. В. КВАРТИРНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ	195
Шадрина В. Ю., студент, ст. преп. Гаврилов М. В. ПЛАСТИНЧАТЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ (ТЕПЛООБМЕННИКИ) В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ	200
Федорова В. П., студент, ст. преп. Гаврилов М. В. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ	206

Кафедра автомобильных дорог

Марнауз Д. Ю., студент, к.т.н. доцент Кондратьева Л. Е., зав. лабораториями Младышев С. Л. РЕЗУЛЬТАТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ДРЕВЕСИНЫ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД	215
Давыдова Е. С., Крюков А. В., Русак К. Я., студенты, к.т.н. доцент Кондратьева Л. Е. О ПУТЕВОДИТЕЛЕ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ СООРУЖЕНИЯМ В. ШУХОВА В НАШЕМ РЕГИОНЕ	221
Данилова Е. Р., студент, к.т.н. доцент Маврина С. А. АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ	226
Усов А. С., студент, к.т.н. доцент Кондратьева Л. Е. СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ КУПОЛА ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА STARK ES	232
Пазухин П. Ю., студент, к.т.н. доцент Кондратьева Л. Е. РАСЧЕТ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА	244
Ермакова В. Е., студент, к.т.н. доцент Кондратьева Л. Е. РАСЧЕТ ПЛАСТИН ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА STARK ES	248

Кириллов К. Н., студент, к.т.н. доцент Кондратьева Л. Е.
**АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ
В ФЕРМАХ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПОЯСАМИ ПРИ ПОМОЩИ
КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ..... 261**

Завражнов А. А., Ильичев Д. А., Помелова А. И., студенты, к.т.н. доцент
Кондратьева Л. Е.
**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ (АРОК, ФЕРМ, ПОДПОРНЫХ СТЕН)..... 268**

КАФЕДРА АРХИТЕКТУРЫ

УДК 693.63

ОТДЕЛКА ФАСАДОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЕПНИНЫ

А. М. КОПЫЛЕВСКАЯ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа АРХ-221, E-mail: kopylevskayassh@mail.ru

Л. А. ЕРОПОВ - научный руководитель, к.т.н., доцент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», E-mail: polikrovly@mail.ru

Аннотация: В статье описаны основные современные виды материалов для фасадной лепнины, конструктивные факторы выбора материала для лепнины и их установка на архитектурное сооружение.

Ключевые слова: лепнина, фасад, стеклофибробетон, гипс, полиуретан, полистирол, монтаж, декор.

Неотъемлемой частью любого архитектурного сооружения является его внешний вид. Декор зданий позволяет даже самому обычному строению придать эксклюзивность. Фасадная лепнина является одним из способов придания архитектурным объектам желаемого интересного внешнего вида. Такой вид отделки фасадов прекрасно и органично вписывается в современные проекты и концептуальные архитектурные стили, несмотря на то, что история лепнины уходит далеко в прошлое.

Фасадный декор должен соответствовать определенным требованиям, так как постоянно находится под воздействием атмосферных факторов и подвергается достаточно большой нагрузке. Именно поэтому, использование для лепнины на наружных стенах дешёвых или низкого качества ма-

териалов, грозит быстрым приходом в негодность данного декора. А выбор подходящего материала должен быть достаточно основательным, потому что на сегодняшний день мы имеем множество вариантов для изготовления лепнины. Чтобы подобрать материал под нужные требования, необходимо ознакомиться со всеми видами, с их преимуществами, недостатками и ценовой категорией.

Существует огромное множество технологий изготовления лепнины для фасадов из разных материалов. Основными и распространенными среди них являются стеклофибробетон, полиуретан, армированная минвата, армированный полистирол, которые пришли в качестве альтернативы изделиям из натурального камня, являющегося беспроегрывным вариантом для оформления фасадов, но имеющего высокую стоимость.

Стеклофибробетон, также называемый искусственным камнем, является самым дорогостоящим материалом в изготовлении и монтаже декора из него. Основным компонентом, входящим в состав данного материала, является бетонная масса. Именно поэтому изделия из стеклофибробетона (рисунок 1) имеют большой вес, вследствие чего возникает вопрос об универсальности его использования, потому что нужно быть уверенным в том, что фасад и фундамент способны выдержать дополнительную значительную нагрузку. Необходимо также учитывать, что монтаж будет довольно затруднительным, ведь чтобы поднять на высоту декор из искусственного камня, нужно привлекать подъемные механизмы.

Говоря о преимуществах изделий из стеклофибробетона, следует отметить эстетические качества. У такого декора всегда видны стыки, что может добавлять интересный визуальный эффект, а в общем данные изделия имеют достаточно монументальный вид. Также, такую лепнину можно окрашивать сразу в массу, а не поверх уже готового элемента.



Рисунок 1 - Фасадная лепнина из стеклофибробетона

Полиуретан для фасадного декора в некоторых аспектах можно сравнить со стеклофибробетоном, например, он является таким же дорогостоящим. Именно поэтому изготовление сложных профилей, индивидуальных элементов из полиуретана является довольно затруднительным. Также, долговечность и износостойкость низка у такой лепнины, потому что имеет сильную подверженность ультрафиолетовым излучениям. Часто возникают трещины на стыках элементов, а при повреждении не подлежит реставрации и приходится полностью заменять испорченный фрагмент.

Но несомненным преимуществом изделий из полиуретана (рисунок 2) является их небольшой вес. Это значительно упрощает монтаж и облегчает нагрузки на наружные стены здания.



Рисунок 2 - Фасадная лепнина из полиуретана

В настоящее время армированный полистирол, покрытый полимерной штукатуркой, является самым доступным и лучшим в применении видом фасадного декора. Преимуществами изделий из данного материала (рисунок 3) можно отметить их легкость, стойкость к различным атмосферным факторам, а также аккуратность внешнего вида, ведь все стыки декора зашпаклевываются, а после чего наносится краска любого цвета. Такая единая однородная поверхность не будет нести высокой нагрузки на фундамент и фасады здания и требовать дополнительных усилий в монтаже в виде сложного подъема на высокий этаж. Более того, такой декор будет давать дополнительное утепление строению.

Также к плюсам в пользу использования полистирола для фасадной лепнины необходимо отнести его универсальность в применении к любым поверхностям архитектурного сооружения, возможность придания любой формы и габаритов декору и достаточно низкую стоимость в сравнении с другими популярными материалами для лепнины.

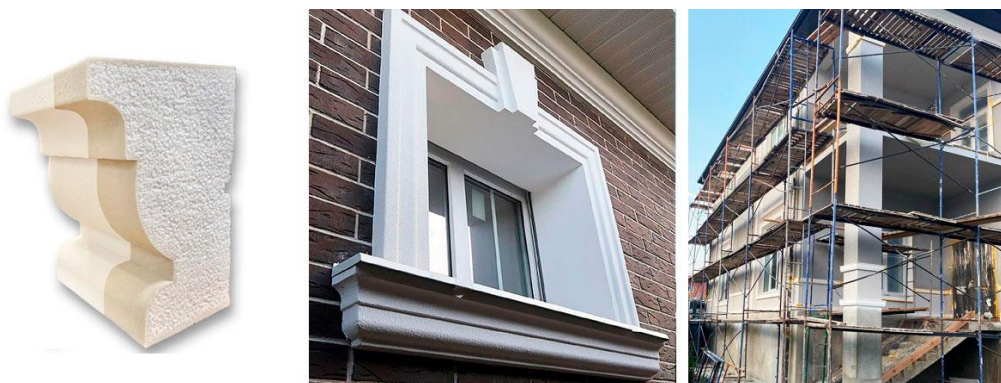


Рисунок 3 - Фасадная лепнина из полистирола

Лепнина из гипса (рисунок 4) имеет достаточно значительное пространство. Она имеет относительно небольшой вес, малое линейное расширение, а также пожаробезопасность, так как не состоит из синтетических материалов. Такую лепнину довольно легко реставрировать, а также она проста в монтаже.

Изделия из гипса имеют и свои минусы. К ним можно отнести высокую гигроскопичность материала, что является фактором для применения дополнительных гидрофобизирующих пропиток, чтобы увеличить срок эксплуатации декора, который в среднем достигает семи лет.



Рисунок 4 - Фасадная лепнина из гипса

Существует множество конструктивных факторов для выбора наиболее рационального материала для изготовления изделий для фасадной лепнины. К таковым можно отнести, например, что для дома с фундаментом мелкого заложения из бутового камня не рекомендуется использовать декор из бетона, камня и осторожно отнестись к выбору изделий из гипса, потому что такие тяжелые элементы будут доставлять критическую нагрузку на такого рода фундамент, что приведет к его разрушению. Такие же ограничения наносятся на стены из легкогобетонных пористых блоков, на деревянные и вентилируемые фасады на металлическом каркасе, стены с облицовкой в полкирпича, которые установлены на утолщение фундамента и другие. В таких случаях необходимо тщательно производить расчеты на дополнительную нагрузку или же использовать в качестве фасадной лепнины более легкие материалы, например, полистирол.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что фасадная лепнина является достаточно хорошим и современным способом добавить декоративности фасадам, получая при этом и дополнительные защитные функции. Из-за разнообразного выбора материала и элементов, которые можно выполнить из лепнины, лёгкости в монтаже, неприхотливости в обслуживании и относительно небольшой стоимости, если же выбирать бюджетные материалы для декора, в настоящее время часто применяют фасадную лепнину для украшения архитектурных сооружений.

Список используемой литературы:

1. Ульяна Кильдаева. Фасадная лепнина: стилизация дома архитектурными элементами [Электронный ресурс] URL: https://domof.ru/articles/fasadnaya-lepnina/#glava_2 (дата обращения: 12.12.2022 г.)
2. Олег Грищук. Фасадная лепнина [Электронный ресурс] URL: <https://fasad-exp.ru/dizayn-i-dekor/fasadnaya-lepnina.html> (дата обращения 12.12.2022 г.)
3. Как выбрать материалы для фасадной лепнины: обзор материалов, советы [Электронный ресурс] URL: <https://atlantlepnina.ru/articles/kak-vybrat-material-dlya-fasadnoy-lepniny-obzor-materialov-sovety/> (дата обращения 15.12.2022 г.)
4. Современная лепнина: способы покраски и обработки лепнины [Электронный ресурс] URL: <https://www.arhitek24.ru/sovremennaya-lepnina-sposoby-pokraski-i-obrabotki-lepniny/> (дата обращения 15.12.2022 г.)

УДК 69.01

САЙДИНГ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ФАСАДОВ

В.О. КОРНЕЕВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа АРХ-221, E-mail: korneeva0909111@gmail.com

Л.А. ЕРОПОВ – научный руководитель, к.т.н., доцент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», E-mail: polikrovly@mail.ru

Аннотация: В статье намечено направление отделки фасадов – с помощью лепнины. Чем масштабнее проект, тем больше ответственность и тем больше потребностей в заранее подготовленных планах. Нижеизложенная статья не только знакомит с шагами по отделке поверхности стен дома декоративными панелями из сайдинга, но и знакомит с нюансами, трудностями и комплексными действиями, которые могут встретиться в работе.

Ключевые слова: сайдинг, фасад, гидроизоляция, теплоизоляция, эффективность.

Сайдинг - это набор декоративных панелей, предназначенных для внешней облицовки наружной стены дома. Он используется в архитектурных объектах и многоквартирных домах, но в любом случае сайдинг создает приятный, солидный внешний вид зданиям и может быть использован для реализации технологий вентилируемых наружных стен.

Сайдинг может быть изготовлен из: древесины (или материала, содержащего древесину); винила (или ПВХ); металла (например, алюминия); цемента и других материалов. С точки зрения производителя, главное в отделочном материале - удовлетворить эстетические потребности потен-

циальных покупателей. Фактически неспособные нести какую-либо нагрузку, кроме своего собственного веса, элементы сайдинга обычно очень тонкие, хрупкие и легко деформируются при нагревании, теряя свои эстетические свойства. Они не могут выполнять теплоизоляционную функцию, обычно их форма и материал используется для производства для отделочных материалов.

Почти все разновидности сайдинга в настоящее время оснащены такими элементами для крепления, как "гвоздевая канавка". В случае пластиковых или металлических вариантов сайдинга для их крепления также используется механическая фиксация и соединение в месте их примыкания на защелке, то есть до тех пор, пока не раздастся характерный щелчок. Сайдинг специально создан для придания эстетичного внешнего вида поверхности стен здания, но он не используется для изоляции или гидроизоляции. Однако это не запрещает их использование в сложных тепло- и гидроизоляционных технологиях (таких как технология вентилируемых наружных стен).

Готовясь к организации устройства сайдинга на фасаде, следует обратить особое внимание на мелкие нюансы, игнорирование этих нюансов разрушит внешний вид стены и общее впечатление от проекта. Итак, в чем же заключаются эти нюансы? На момент обшивки стена должна быть готова к отделке, несмотря на то, что в некоторых случаях она даже эксплуатировалась уже много лет. Стена может уже иметь какую-то облицовку, которую следует или удалить или подготовить ее для устройства сайдинга. Для дальнейшей отделки сайдинга необходимо убедиться, что на поверхности нет существенных дефектов: зон протечки, плесени, грибковые поражения и других. Ситуация с протечками решается путем ограждения проблемной зоны полиэтиленовой пленкой. Плесень или грибки удаляются путем последующей обработки участка консервантами и очистки корро-

зийного слоя стены. Поверхность стены следует очистить от грязи и возможных выюнковых растений. Сайдинг должен создавать впечатление абсолютно ровной поверхности стены, для чего поверхность, на которую он будет устанавливаться, должна также быть ровной.

Нет ничего более неприятного, чем дорогие панели сайдинга, установленные под прямым углом к горизонту и между собой (там, где они должны быть перпендикулярны). Однако, даже независимо от того, является ли базовая стена плоской и перпендикулярной горизонту, сайдинг должен быть специально установлен на направляющую рейку, которая должна создавать зазор не менее 5 см между внутренней поверхностью сайдинга и базовой стеной. Направляющие рейки должны располагаться через каждые 0,3-0,4 метра перпендикулярно направлению установки сайдинга (если панель должна устанавливаться вертикально, направляющая рейка должна быть закреплена горизонтально, и наоборот). Воздух должен проходить через этот зазор, чтобы предотвратить развитие плесени и грибков в этом замкнутом пространстве.

Кроме вышеуказанного надо выровнять стены, так как "наклонная" стена – это не просто возникающая кривизна, а кривизна динамики, то есть она будет только усугубляться дальше - ведь застройщик не может предусмотреть такой "конструктивный косинус", а на стене - в первую очередь. Если эта проблема не будет решена, то никакой сайдинг не сможет придать дому красивый внешний вид. Прежде чем что-либо декорировать, следует обратить внимание на решение основных функциональных задач. То есть на то, как сохранить в доме тепло и беспокоят ли жильцы чрезмерную влажность. Проблема влажности очень тесно связана с проблемой холода в доме. Когда точка росы находится внутри стены, влажность внутри корпуса увеличивается. Что это означает? Роса - это конденсация водяного пара вследствие охлаждения внешней среды или изменения атмосферного дав-

ления. Роса обычно выпадает на относительно твердую поверхность снаружи, но, если настенный массив сформирован таким образом, что в нем присутствует воздух, то она также может попадать в настенный массив. В этом случае вся внутренняя поверхность стены будет плавно и неизбежно увлажняться, а атмосфера в доме будет становиться все прохладнее и прохладнее. Если правильно натягивать пластиковую пленку и пузырьков воздуха не будет, значит, под ней недостаточно воздуха, и вся роса будет полностью образовываться снаружи мембраны. Получается, что проблема теплоизоляции была решена и влажность стен предотвращена (рисунок 1).

Рассмотрим эстетическую сторону проблемы после установке сайдинга. Для этой цели направляющие рейки должны быть установлены заранее и выровнены вдоль стен, а между стенами следует уложить изоляционные панели из минеральной ваты. Сайдинг должен быть соединен с этими направляющими. В данном случае предлагается технология вентилируемых наружных стен. Вентиляция осуществляется за счет свободной конвекции воздушного потока в зазоре между направляющей пластиной, полиэтиленовой пленкой и внутренней поверхностью сайдинга (зазор по толщине не должен превышать 8 см., но и быть не менее 5 см.). Весь конденсат при устройстве вентилируемого фасада образуется на полиэтиленовой пленке, испаряется и выветривается с помощью конвективного воздуха.



Рисунок 1 - Процесс отделки сайдингом

Рассмотрим наиболее практичный способ использования сайдинга, который обеспечивает их щадящую эксплуатацию (поскольку температурное состояние панели будет соответствовать атмосфере), а также сведет к минимуму воздействие водяного пара. Вначале надо выбрать наилучший эстетичный формат панели. Когда будет принято решение обшить дом стеновыми панелями, на здание следует разработать проектное решение и приступить к устройству отделки. Все дефекты и недоделки, возникшие при возведении конструкции, теперь можно устранить с помощью красивых декоративных панелей. Главное - правильно их устранить.

Наиболее трудоемкой и ответственной частью является установка и выравнивание направляющих реек. Стены дома могут быть изогнутыми, но виртуальная поверхность, образованная направляющей рейкой, должна быть полностью плоской, параллельной или перпендикулярной горизонту. Направляющий рельс может быть изготовлен: из стальных профилей. В этом случае их выравнивание происходит с помощью винтов, которые нужно подкручивать или ослаблять, тем самым приближая или отдаляя к поверхности стены сам профиль направляющей рейки. Таким образом, формируется угол наклона всей направляющей к горизонту. Это самый удобный и эффективный способ выравнивания из досок. С каждым годом материалов для изготовления наружной отделки дома становится все больше. Из самых востребованных выделяют металлические, деревянные и пластиковые панели. Интересуют владельцев зданий и фиброцементный сайдинг. Именно свойства используемых материалов определяют характеристики фасадных панелей (рисунок 2).



Рисунок 2 – Виды фиброцементного сайдинга и его применение на стенах

Из всего вышеприведенного следует, что сайдинг как панели для наружной отделки дома выбирают в основном в составе системы навесного фасада, которая позволяет в комплексе решить задачу защиты стен, утепления дома и декоративной отделки. Но более всего привлекателен сайдинг из-за широчайшего ассортимента по виду материалов, фактуре и стоимости.

Список используемой литературы:

1. Мерников А.Г. Стены своими руками. - Киев: "Будивельник", 1978 г. - 168с.
2. Электронный ресурс: <https://m-strana.ru/articles/fasadnyy-sayding-dlya-naruzhnoy-otdelki-doma/> Дата обращения: 5.12.2022 г.
3. Стройпортал [Электронный ресурс]/ URL: www.stroyportal.ru/12138258/ Дата обращения: 5.12.2022 г.
4. Терминология URL: www.wikipedia.ru/12138258/ Дата обращения: 5.12.2022 г.

УДК 666.3

ГИБКАЯ КЕРАМИКА

С.А. КУПРИНА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики; кафедра Архитектура, кафедра Архитектура, группа АРХ–221, E-mail: sofiya.kuprina18@mail.ru

Л.А. ЕРОПОВ – научный руководитель, к.т.н., доцент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, E-mail: polikrovly@mail.ru

Аннотация: В данной статье произведен анализ существующей гибкой керамики. Рассмотрены свойства и структура гибкой керамики, её основные характеристики, предусмотрены варианты установки и нюансы применения в качестве как облицовочного материала, так и с целью внутренней отделки комнат. Так же отмечены достоинства и недостатки материала, и отличительные черты в сравнении с обычной керамической плитки. Поднята проблема выбора недавно появившегося материала или же проверенного привычного.

Ключевые слова: гибкая керамика, варианты применения, преимущества и положительные качества, технические и эксплуатационные характеристики.

Научный подход способствует развитию многих материальных структур, в которые входят и строительство, и архитектура. Специалисты в области материаловедения разрабатывают новые составы материалов, которые лучше существующих аналогов в использовании и обладают более высокими свойствами и качествами, что способствует иногда ускорению возведения зданий, иногда упрочнению зданий, иногда повышению эсте-

тически в дизайне. Примером этого является то, что классические керамические плиты и плитки начинают уступать свое место более современным материалам, среди которых — **гибкая керамика**. Её главное преимущество перед другими материалами заключается в эластичности. К тому же она подходит для всех типов оснований. Гибкая керамика является универсальным материалом для отделки стен, а также экологичной и экономически выгодной. Ее применение дает возможность значительно улучшить дизайн интерьеров помещений, повысить архитектурные решения, повысить скорость монтажа в сравнении с принятым подходом для решения.

Керамические изделия и материалы разделяют по назначению, свойствам, виду главного используемого сырья, составу спёкшихся керамики. В связи с составом материала, а также температурой обжига керамические изделия подразделяют на 2 класса:

- целиком спёкшиеся, плотные, сияющие в изломе изделия с водопоглощением не выше 0,5%;

- губчатые, частично спёкшиеся изделия с водопоглощением до 15%.

Также различают:

- жесткую керамику, имеющую крупнозернистость, разнородность в изломе и текстуре (к примеру, строительный и шамотный кирпич);

- тонкую керамику с однородным, мелкозернистым в изломе, равномерно окрашенным черепком (к примеру, фарфор, фаянс).

Основным сырьём в керамической индустрии является глина, а также каолины из-за их обширного распространения, и значимых технологических качеств. Важным компонентом исходной массы при изготовлении тонкой керамики считаются полевые шпаты (главным образом микролин), и кварц (рисунок 1, 2). Полевые шпаты, в особенности чистые сорта, их сростки вместе с кварцем добывают из пегматитов. В возрастающих коли-

чествах кварцево-полевошпатовое сырье добывается из различных горных пород путем обогащения и очищения от вредных минеральных примесей.



Рисунок 1 – Вид полевого шпата



Рисунок 2 - Вид кварца

Согласно методам изготовления керамические массы подразделяют на порошкообразные, пластичные и жидкие. Порошкообразные керамические массы предполагают собою увлажнённую или с добавкой органических связок и пластификаторов смесь размельченных и смешанных в сухом состоянии начальных минеральных компонентов. При перемешивании глин и каолинов вместе с отстающими добавками в сыром состоянии они приобретают пластические формовочные свойства массы, которые при последующем повышении содержания воды и вместе с добавкой электролитов преобразуются в жидкие керамические массы - литейные шликеры.

Подбор способа формования керамики обуславливается в основном конфигурацией изделий. Изделия обычной формы - огнеустойчивый кирпич, облицовочные плитки - прессуются из порошкообразных масс в металлических пресс-формах и в автоматических и гидромеханических пресс-автоматах. Стеновые строительные материалы - кирпич, пустые внутри и отделочные блоки, черепица, канализационные и дренажные тру-

бы и другие изделия - формуются из пластичных масс в шнековых вакуумных прессах выдавливанием бруса через профильные мундштуки. Обжигание керамики считается наиболее значимым технологическим процессом, обеспечивающим установленный уровень спекания. От соблюдения режима и порядка обжига зависит фазовый состав и все без исключения основные качества керамики.

Эластичная керамика принадлежит к группе композитных материалов, созданных экспертами Корнельского университета. Она сделана на базе кремния, вместе с введением свертехнологичных неорганических полимеров, а также органических связующих. Наружный, украшающий, слой на последней стадии изготовления упрочняется бесцветным защитным напылением. Структура такой керамики является совершенно безвредной, по этой причине ее применяют и для ведения внутренних отделочных работ. Распространенность использования такого материала, например в форме плитки, определяется следующими наиболее значительными свойствами:

- лёгким весом, не дающим дополнительной нагрузки на несущие конструкции строения;
- простым способом монтажа;
- эластичностью, позволяющей выполнять отделку сложных архитектурных элементов;
- устойчивостью к влажной среде и температурным перепадам;
- отсутствием токсичных веществ;
- высокой морозоустойчивостью;
- стойкостью от выгорания и утраты от воздействия ультрафиолета;
- длительным сроком службы (около 20 лет);
- низкой стоимостью.

Благодаря наличию мелких пор плитка не препятствует естественной циркуляции воздуха, что обеспечивает комфортный микроклимат в помещении. К тому же достаточно много различных внешних вариаций материала (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пористость материала.

Плитка из гибкой керамики обладает еще и отличными **техническими и эксплуатационными характеристиками:**

- сейсмически стойкая, что гарантирует высокий уровень безопасности (рисунок 4);
- негорючая, огнестойкая;
- устойчива к химически агрессивным веществам, кислотам, ультрафиолетовому излучению, высокой температуре;
- обладает энергосберегающими свойствами;
- не содержит летучих и радиоактивных соединений;
- предотвращает развитие плесени и грибков;
- устойчива к ударным нагрузкам и перепадам низких температур, устойчива к разрыву;
- обладает «дышащей», антибактериальной, способностью, водонепроницаема, характеризуется стабильностью формы.



Рисунок 4 - Гибкость керамической плитки

Гибкая керамика обладает многими **преимуществами и положительными качествами**: высокой прочностью и надежностью; отсутствием растрескивания; появления сколов и царапин; возможностью укладки не только на стены, но и на пол; хорошей переносимостью механических и ударных нагрузок; влагостойкостью; малым весом и удобство хранения и транспортировки. Плитам и плиткам из жидкой керамики не страшны перепады температур, холод, жара, снег и лед; быстрое испарение воды с поверхности. Они: хорошо отмываются любыми средствами; устойчивость к химическим веществам (кроме ацетона, растворителей); имеют улучшенные тепло- и звукоизоляционные характеристики; безопасны для здоровья, имеют низкий риск возгорания, высокие эстетические качества; позволяют имитировать дорогие материалы; эластичны и подходит для всех типов оснований.

Из минусов нужно выделить, то, что гибкие плитки могут не подходить для определенных стилизованных интерьеров. Их невозможно чистить щелочными составами, едкими веществами. Немаловажно, перед

началом работы точно продумать количество материала с целью декорации, так как цвета пластинок различных партий могут различаться (рисунок 5).



Рисунок 5 - Разница в цветах

Варианты применения гибкой керамики достаточно многообразны. Гибкая керамическая плитка, благодаря высоким эксплуатационным характеристикам применяется для декорирования внутренних и наружных поверхностей строения. Она идеально подходит для укладки на бетон, кирпич, газобетон, гипсокартон и различные теплоизоляторы, имеющие плотную структуру. Привлекательно смотрится отделка цоколя, которая плавно вписывается в любой экстерьер. Не менее гармоничным становится интерьер кухни при использовании плитки в области фартука или оформлении одной стены в качестве декора.

Гибкая керамика позволяет быть универсальной, экологичной и экономически выгодной. Она имеет все возможности для удачного дизайна, и использовании в архитектурном решении и других смежных областях. С её помощью можно добиться превосходного осязательного и визуального эффекта. Имеет преимущество в простоте и скорости монтажа. Обустрой-

ство любой поверхности не займёт много времени, ресурсов и денег, в сравнении с принятым подходом для решения.

Список используемой литературы:

1. Гибкая облицовочная керамика, Архитектурно-художественная керамика. Облицовочная керамика (studbooks.net) [дата обращения: 16.10.22]
2. Ельчищева, Т. Ф. Экономико-экологическая эффективность утепления наружных стен зданий в условиях Тамбовской области / Т. Ф. Ельчищева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. Серия «Технические науки». – 2008. – Т. 2, № 1(11)
3. Н. С. Филоненко* К вопросу применения гибкой керамики в отделке - 47.pdf (tstu.ru) стр. 8-15.
4. Гибкая плитка для стен: состав керамической плитки, свойства, характеристики (otdelkadom-surgut.ru) [дата обращения: 06.11.22]
5. Гибкая керамическая плитка: состав и свойства, область применения и монтаж гибкой керамики (nastroike.com) [дата обращения: 21.12.22]

УДК 7.037.24

ГЛАВНЫЕ СИМВОЛЫ БУДУЩЕГО В КУБОФУТУРИЗМЕ

А.О. ТЫМЧИК – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа Арх-121, E-mail: alexeytymchik999@gmail.com

Р.Р. ДОМКИН – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа Арх-121, E-mail: rodorik@yandex.ru

В.В. БОГОМАЗОВА - старший преподаватель кафедры, институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, email: bogomazovavv@gmail.ru

Аннотация: В данной статье мы рассмотрим промежуточный этап в авангардном искусстве, повлиявший на дальнейшее развитие таких значимых течений в русском искусстве, как конструктивизм, лучизм, супрематизм и т.д.

Ключевые слова: кубофутуризм, динамизм, примитивизм, кубизм, футуризм, российский авангард, объем, плоскости.

Термин «кубофутуризм» впервые был использован в 1913 году искусствоведами по отношению к деятелям искусства Санкт-Петербурга того времени. К ним относятся такие представители как Велимир Хлебников, Алексей Крученых, Давид и Николай Бурлюк, Владимир Маяковский и многие другие (рисунок 1). Вышеперечисленные личности причастны к созданию такого арт-сообщества как «Гилея», участники которого были известны своим провокационно-футуристическими идеалами. В 1912 году ими был выпущен манифест «Пощечина общественному вкусу», который призывал отвернуться от классического искусства и формулировал 4 права поэтов: 1. На увеличение словаря поэта в его объёме произвольными и производными словами (слово — новшество). 2. Непреодолимую ненависть к существовавшему до них языку. 3. С ужасом отстранять от гордого чела своего из банных веников сделанный Венок грошовой славы. 4. Стоять на глыбе слова «мы» среди моря свиста и негодования. Их публичные провокационные выступления, яркие образы и эксцентричные идеи перевернули жизнь Петербурга того времени и дали толчок в развитии авангардного искусства всей России [1].



Рисунок 1 - Представители арт-сообщества «Гилея»

Почему же искусство арт-группы «Гилея» определяется как кубофутуризм?! Кубофутуризм в изначальном виде является слиянием таких двух направлений как кубизм и футуризм, основными принципами которых были провозглашены: в футуризме – отрицание преемственности, традиций в искусстве и пренебрежение к старым нормам и морали; в кубизме – представители отказываются от отображения реального мира, акцентируя свое внимание на цвет, форму и звук, и отводят идейность произведения на второй план. Поэтому термин был правильно дан по отношению к поэзии членов группы «Гилея», т.к. исходя из их манифеста видно, что идет отторжение традиционного искусства, и также стоит заметить формирование новых акцентов в создании произведений, а именно: появляется такой инструмент как звукопись, на который опирались в Серебряном веке многие

представители; внедряются новые производные слова и диалекты. По моему мнению, самым ярким примером в поэзии кубофутуризма является стихотворение Алексея Крученых «Дыр бул щыл», в котором нет никакого смысла, и читатель видит перед собой только звукобуквенные сочетания [2].

Примечательно, что в данный период времени художники, поэты, режиссеры начинают активно взаимодействовать друг с другом и создавать новые перформансы, театральные представления, которых не было до кубофутуризма. Также представители искусства не акцентируют свое внимание на одном виде искусств, что тоже является отличительной чертой. Например, основатель «Гилея», Давид Бурлюк, занимался не только поэзией, но и живописью. Или же знаменитейшая картина «черный квадрат» была впервые представлена совместно со спектаклем «Победа над солнцем», где Казимир Малевич также являлся декоратором и костюмером. В качестве примера чуть ниже представлена иллюстрация Натальи Гончаровой «Лес» в стиле кубофутуризм для книги «трансрациональной» поэзии («Заумь») Хлебникова и Крученых, которые являются яркими представителями арт-сообщества «Гилея» (рисунок 2) [1].



Рисунок 2 – Н. Гончарова «Лес»

Что касается изобразительного искусства, то важным этапом для русского авангарда стал кубофутуризм. Михаил Ларионов, Наталья Гончарова и Любовь Попова так же писали в этой манере. Этот промежуточный этап стал трассой для разгона: переход к супрематизму Поповой и Малевича, а в поэзии устами Хлебникова и Крученых был провозглашен новый поэтический язык без значений, лишь в звукобуквенном изображении.

Русский кубофутуризм был построен на сплошных контрастах в цвете и текстуре, игра с пространством приводила к уничтожению привычных форм. Художники этого стиля выделяли композиционную структуру, формальные элементы, подчеркивая линии и формы, заключая в них новый взгляд на цвет. Ими была поставлена цель отделить повествование от живописи, чтобы раз и навсегда подтвердить ее истинную ценность.

В промежутке 1913-1914 годах кубофутуризм нашел свое проявление в творчестве Натальи Гончаровой. За столь короткий период существования кубофутуризм был освещен на многих выставках и во многих публикациях. Наталья восприняла новое чувство структуры стиля – разделение на частное и закрепление форм между собой, приводящее к едино-

му, законченному композиционному образу. Эксперименты Натальи привели к формированию собственного живописного приема: плоскости, наполненные цветом, заключались в описанный контур. Но творческий союз с М. Ф. Ларионовым освободил художницу от четких форм и проявился в «лучизме» [5].

В работе «Аэроплан над поездом» отсутствует четкий сюжет, но векторные направления и сочетание ярких цветов формирует картину разбитого отражения, будто бы взгляд по ту сторону (рисунок 3).



Рисунок 3 – Н. Гончарова «Аэроплан над поездом»

Начиная с разработки нового направления – неопрIMITивизма, Наталья Гончарова вместе с Михаилом Ларионовым разрабатывают совершенно новый, собственный авангардный стиль – «лучизм» (также районизм, от фр. rayon – «луч»). Объясняя принципы лучизма, ничего кроме высказывания создателя не приходит в голову: «Лучизм еще отталкивается от предметов — но именно что отталкивается. Окружающая действительность — только повод для скрещения лучей, которые и интересуют ху-

дожника-лучиста. Не только предметы, но и наши чувства, впечатления, ощущения и мы сами — всё отображается в виде лучей» [1]. Проще говоря, суть лучизма в построении композиции не из объектов, а из отражаемых ими лучей. Для зрителя реальность и действительность будто «проскальзывает» в этих работах. На скандальной выставке «Мишень» была представлена работа «Петух (лучистый этюд)». На холсте изображение находится в абсолютном движении, заполненное яркими оттенками желтого, красного и оранжевого. Петух будто готов вспорхнуть с картины, отрываясь от контрастирующего фона. Но в действительности, по задумке автора, никакого петуха на полотне нет, а лишь лучи, отражаемые им, изображенные в дерзких мазках (рисунок 4).



Рисунок 4 – М. Ларионова «Петух (лучистый этюд)»

Перед становлением Казимира Малевича в динамизме и после статического кубизма кубофутуризм стал связующим звеном. В периоде между 1912 и 1914 годами художник играл в головоломки, воплощая их в своих работах, описывая узнаваемое, в геометрически замкнутом [4]. В 1914 году, в промежутках между выставками, одной из которой была выставка объединения раннего авангарда «Бубновый Валет», и обедами в

парижском Обществе Независимых художников Казимир представляет публике одну из, по-моему мнению, самых значимых работ для российско-го авангарда «Авиатор». Бросая вызов традиционным вкусам, Малевичем была написана абстрактная картина, являющаяся, по признанию автора – алогизмом. Линейная композиция работы содержит в своем центре самого «авиатора», перекрывающегося силуэтом белой рыбы. Фон состоит из различных плоскостей. Но, не углубляясь в детальный разбор произведения, в глаза бросается метафора с рыбой, которая могла бы натолкнуть на слово «воздухоплавание», как и небольшая историческая отсылка в надписи «аптека» (в то время бензин можно было приобрести исключительно в аптеке) (рисунок 5).



Рисунок 5 – К. Малевич «Авиатор»

Для кубофутуризма представительной частью движения были женщины. Не только лишь технический прогресс стал вдохновением для художников тех лет, но и русский примитивизм. Любовь Попова абстрактировала формы и цвета, передавая старые черты в новый стиль. Таким обра-

зом был рожден «Портрет» Поповой. Уже привычная нам игра с плоскостями формирует тело натурщика и фон позади. Благодаря наложению плоскостей образуется неосязаемый объем, исключаящий на корню всякую предметность. На работе также видна надпись «Cubo Futurismo», ставшая характеристикой многих работ того периода (рисунок 6) [1].



Рисунок 6 – Л. Попова «Портрет»

Одной же из самых эпатажных личностей этого стиля был Давид Бурлюк. Его считали «отцом футуризма» и возмутителем общественного спокойствия. Отличительной чертой футуриста была татуировка лошадки на щеке, стеклянный глаз и мочка уха, расшитая бисером. Общество неод-

нозначно реагировало на Бурлюка, но многие строки и высказывания значимых персон того периода были обращены именно к нему. Маяковский обучался у Бурлюка и не раз посвящал ему свои работы [1]. В кубофутуризме Давид проявился в одной из своих работ – «сибирский флот». На холсте четкое объединение техник кубизма в изображении головы и интеграции ее с фоном и динамикой диагоналей, явно отсылающие к футуризму (рисунок 7).



Рисунок 7 – Д. Бурлюк «Сибирский флот»

Кубофутуризм повлиял на скульптуру не так ярко, как на живопись или поэзию, но все же данный стиль дал толчок на дальнейшее развитие таких стилей как конструктивизм, сюрреализм, которые заняли основа-

тельную нишу в истории отечественного искусства. Скульпторы, соединявшие в своих творениях кубизм и футуризм, все также имели неприязнь к традиционным канонам, тем самым подчеркивая характерный кубофутуристический интерес к трансформации, инновациям и омоложению. К представителям данного течения в скульптурном искусстве можно отнести таких художников как Иосифа Чайкова, Бориса Королева и Веру Мухину. В качестве примера представлена работа Веры Мухиной в стиле кубофутуризм «Пламя революции» (рисунок 8) [3].



Рисунок 8 - В. Мухина «Пламя революции»

Кубофутуризм, как стиль, в русском авангардном искусстве пришелся на 12-15 годы прошлого столетия и сочетал в себе принципы обоих стилей. Но основная его ценность заключалась не в том, чтобы означать слия-

ние кубизма и футуризма. Кубофутуризм разорвал связь со старыми традициями, канонами и дал возможность создавать что-то нечто новое, уникальное. На основе кубофутуризма появились такие течения как «Лучизм» Ларионова, «Супрематизм» Казимира Малевича, «Конструктивизм» Владимира Татлина, Александра Родченко и т.д. Не факт, что без данного этапа в русском авангардном искусстве появились бы вышеперечисленные течения, которые уже очень ярко повлияли на жизнь людей всего мира.

Список используемой литературы:

1. Кубофутуризм в живописи [Электронный ресурс], – <https://fbru.turbopages.org/fb.ru/s/article/448666/kubofuturizm-v-jivopisi-osobennosti-stilya-hudojniki-kartinyi> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
2. Гиляя - арт-группа художников-футуристов-маргиналов [Электронный ресурс], – <https://yavarda.ru/gilea.html> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
3. Кубофутуризм – Cubo-Futurism [Электронный ресурс], – <https://ru.wikibrief.org/wiki/Cubo-Futurism> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
4. Метаморфозы форм у Малевича [Электронный ресурс], – <https://culture.wikireading.ru/67448> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
5. Наталья Гончарова – амазонка русского авангарда [Электронный ресурс], – <https://www.bl-school.com/blog/nataliagoncharova/> Дата обращения: 06.02.2023 г.

УДК 72.036

**САНТЯГО КАЛАТРАВА. ЧУДЕСА ПРИРОДЫ НА ЯЗЫКЕ
АРХИТЕКТУРЫ**

М.М. ЖЕЗЛОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, группа АРХ–121; E-mail: zhiezhlova@list.ru

А.А. ГРАМОТОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, группа АРХ–121; E-mail: nastya.gramotova@yandex.ru

В. В. БОГОМАЗОВА - старший преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, email: bogomazovavv@gmail.ru

Аннотация: В данной статье представлено краткое описание архитектурного стиля и подачи Сантьяго Калатрава, а также его наиболее знаменитые работы, которые можно назвать чудесами архитектуры в симбиозе с окружающей средой, в том числе и природой.

Ключевые слова: архитектура, архитектор, сооружение, постройка, форма, здание, башня, проект.

Сантьяго Калатрава Вальс родился 29 июля 1951 года в городе Валенсия, Испания. Является испано-швейцарским архитектором и скульптором, автором многих футуристических построек в разных странах мира. Принято считать, что Калатрава — ярчайший представитель неорганической архитектуры, а его стиль относится к «био-теку». Он реализовал порядка 70 проектов, 30 из которых – мосты. Калатрава входит в число тех архитекторов, чьи работы становятся культурными символами. Его опыт скульптора помогает видеть, чувствовать и воплощать пластику

формы в архитектурных объектах. «Архитектура – суть скульптура, в которую можно зайти», говорит архитектор [3].

Жилое здание Turning Torso было построено в 2005 году на территории шведского города Мальме. Сооружение высотой в 190 метров является самой высокой жилой постройкой Скандинавии (Рисунок 1). По проекту мастера конструкция этого здания должна напоминать образ человеческого туловища в полуобороте. Составляющие его девять сегментов, каждый из которых скручен по отношению к предыдущему вокруг железобетонных конструкций, куда были помещены лестницы и лифтовая шахта. Turning Torso было признано лучшим жилым зданием в мире на архитектурной выставке в Каннах [1].



Рисунок 1 - Башня Turning Torso

Архитектурный комплекс «Город искусств и наук» на осушенном дне реки Турия был построен в Валенсии в 1998 году и спроектирован Калатравой в соавторстве с Феликсом Кунделой (Рисунок 2). Комплекс «Город искусств и наук» состоит из 5 зданий, названных по их каталонским названиям, 3 из которых запроектировал Калатрава. Одной из построек ан-

самбля является **Дворец искусств имени королевы Софии** (1996–2006 гг.) — оперный театр и сцена для театральных постановок. Формой напоминает рыбу с открытым ртом. Самой интересной деталью является крыша-плавник – дугообразная конструкция из ламинированной стали, которая имеет длину 270 м и весит 3 тонны. Кроме того, в комплекс входит Эмисферик - 3D-кинотеатр формата "IMAX", он же планетарий. Образной основой здания является человеческий глаз с открывающимися и закрывающимися ресничками. Здание имеет сплошную остекленную фасадную поверхность. В Эмисферике стеклянные двери открываются и закрываются, вращаясь вокруг собственной оси. Сразу за ними расположена прогулочная галерея для посетителей центра – это так называемое «параметральное кольцо», окружающее проекционный зал для демонстрации. Постройка словно стоит на воде, но на самом деле его окружает мелководный бассейн площадью 24000 кв. метров [4]. **L'Umbracle** – именно так называется третья работа автора, которая в переводе с каталанского означает «тень». И не удивительно, ведь в этом саду-галерее всегда можно укрыться от палящего испанского солнца. Объект расположен на дне высушенной реки Турия и представляет собой длинный коридор, вдоль которого расположены лавочки, находящиеся под навесом из живых растений [8].



Рисунок 2 - Архитектурный комплекс «Город искусств и наук»

Аудиторио-де-Тенерифе имени Адана Мартина (1997–2003 гг.) — опера, концертный зал в Санта-Крус-де-Тенерифе, находится на берегу океана. Здесь испанский архитектор играет с объемами, линиями, формами и текстурами. Огромная волнообразная крыша поднимается на высоту 58 метров от основания архитектурного объема, изгибается вниз и сужается (Рисунок 3). Это делает его лучшим акустическим театром в Европе. Все здание подсвечивается, создавая более зрелищную и театральную атмосферу по вечерам и ночью. Интересной особенностью здания является то, что у него нет главного фасада. Оно интересно и завершено со всех сторон [2].



Рисунок 3 - Аудиторио-де-Тенерифе имени Адана Мартина

Павильон «Квадраччи» музея искусств Милуоки в США был построен в 2001 году. Этот проект был очень важен для Калатравы, поскольку это была его первая работа в США. Музей напоминает птицу, парящую над озером Мичиган перед приземлением (Рисунок 4). Его наиболее характерной особенностью являются "крылья", которые, благодаря передовой технологии, опускаются ночью или в плохую погоду и выравниваются в солнечную погоду. Эти "крылья" состоят из 27 стальных ребер, которые можно регулировать по высоте. Максимальный размах крыльев составляет 66 метров, а вес может достигать 90 тонн [7].



Рисунок 4 - Павильон «Квадраччи»

Вокзал «Ориенте» (1989-1998 гг.) в Лиссабоне является одним из самых крупных транспортных узлов Португалии (Рисунок 5). Основные материалы, использованные при его строительстве, - бетон, стекло и металл. Вдохновленный природой, опытный архитектор объединил эти три элемента в целостную композицию, напоминающую скелет большой рыбы. Специальный навес над платформой похож на причудливый сказочный лес и добавляет определенную романтику конечному проекту. Поскольку создатель - скульптор, интерьер выполнен в минималистском стиле из стекла и бетона [6].

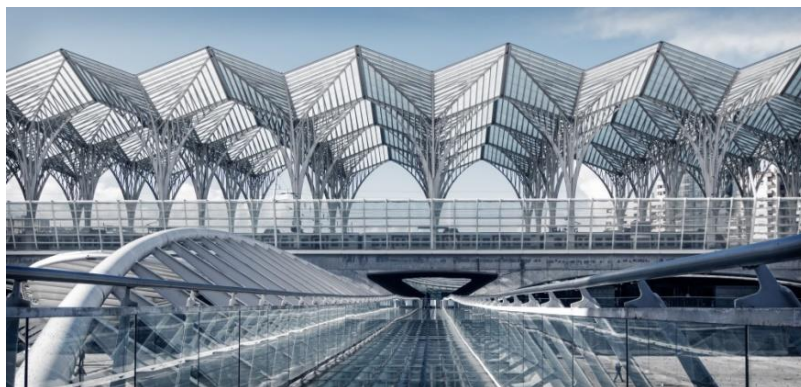


Рисунок 5 - Вокзал «Ориенте»

Окулус — это транспортно-пересадочный узел во Всемирном торговом центре в Нью-Йорке, который открылся в 2016 году. Он соединяет 11

линий метрополитена, станцию пригородного железнодорожного сообщения и паромную переправу. Станция стала самой дорогой в мире. Проект представляет собой свободно стоящую конструкцию, напоминающую изогнутый хребет с ребрами, расправленными в разные стороны (Рисунок 6). Конструкция состоит из стальных ребер и стекла в форме большого эллипса. Сочетание естественного света, кристально белого цвета и скульптурных форм придает зданию элегантный и благородный вид [12].



Рисунок 6 - Окулус

Дубай Крик Тауэр в Дубае является одним из новейших сооружений Калатравы (Рисунок 7). Хотя строительство футуристического небоскреба еще не завершено, он способен побить рекорды. Окончательная высота Dubai Creek Tower будет выше другого дубайского небоскреба - Бурдж-Халифа (828 м). Согласно проекту Калатравы, отличительной особенностью здания являются кабельные массивы, которые напоминают ребристые листья лилии.



Рисунок 7 - Дубай Крик Тауэр

Эти прочные тросы соединяют башни с анкерами, проложенными по земле с двух сторон башни. Такие длинные несущие тросы никогда ранее не использовались в строительстве. Эта конструкция считается самой прочной и безопасной для сооружения высотой более 1 300 метров. В цокольном этаже этой высокотехнологичной башни будут расположены вращающиеся балконы, несколько смотровых площадок с захватывающим видом на 360°, оранжереи и зимние сады, а также водные каналы, соединяющие различные этажи здания. Это здание будет создано по образцу висячих садов, созданных вавилонской царицей. На верхних 20 этажах разместятся крытый сад, отель, жилые апартаменты, рестораны и магазины. Антенна на вершине будет использоваться для вещания. Ночью башни будут освещаться и выполнять роль маяка [5].

На примере выше рассмотренных проектов Сантьяго Калатрава можно проследить тесную взаимосвязь сооружений с природными образами. Каждый образ структурно прорабатывался автором. Архитектор приходил на местность, где в будущем должен был быть построен объект, делал наброски местности, клаузуры, вдохновленные пейзажем и его обитателями.

В архивах Сантьяго Калатрава хранятся множество акварельных рисунков, набросков с изображением динамики человеческого тела, животных и окружающей среды.

В каждом архитектурном творении отражается задумка Калатрава. Работы архитектора пропитаны гармонией окружающей среды и архитектуры. Они кажутся интересными и живыми из-за некой динамики образов в целом: парящие птицы, туловище в полуобороте, волна и другие.

Био-тек Калатрава получил всемирную популярность благодаря детальной проработке образов, которые можно смело назвать чудесами природы на языке архитектуры.

Работы архитекторов, имеющих свой почерк, который нельзя спутать ни с кем, всегда вызывают большой интерес и восхищение своими уникальными сооружениями, которые невозможно спутать с чужими. Перед созданием какого-либо проекта Калатрава предпочитает приезжать на будущее место своей постройки, пропитаться энергетикой и атмосферой этого места. Калатрава заявляет: «Задача моих построек — это делать уникальными города и обогащать человеческий опыт». И вот на наших глазах эти, на первый взгляд, будничные объекты практического назначения становятся достопримечательностями, памятниками архитектуры, чудесами инженерной мысли будущего.

Список используемой литературы:

1. 7 «парящих» шедевров архитектуры от гениального испанца Сантьяго Калатравы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://novate.ru/blogs/170521/58943/> – Дата обращения: 26.11.2022
2. Аудиторио-де-Тенерифе [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://tripguides.info/spain/canary/tenerife/santa-cruz/auditorio/> – Дата обращения: 26.11.2022

3. Выше только звезды: что нужно знать о Сантьяго Калатраве [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://thearchitect.tilda.ws/vyshe_tolko_zvezdy – Дата обращения: 26.11.2022
4. Десятка самых значимых проектов Сантьяго Калатравы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://uliba.co/desyatka-samyh-znachimyh-proektov-santyago-kalatravy/> – Дата обращения: 26.11.2022
5. Дубай Крик Тауэр — новое самое высокое здание в Дубае? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://burdj-halifa-dubai.ru/dubaj-krik-tauer.html> – Дата обращения: 26.11.2022
6. Знаковые проекты Сантьяго Калатравы [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://thearchitect.pro/ru/news/4361-TOP_10__Znakovye_proekty_Santjago_Kalatravy – Дата обращения: 26.11.2022
7. Музей Искусств Милуоки [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://lifeglobe.net/entry/1255> – Дата обращения: 26.11.2022
8. Оранжерея и лучшая дискотека в Валенсии «L'Umbracle» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ilovevalencia.ru/достопримечательности/оранжерея-и-лучшая-дискотека-в-валенсии-l-umbracle> – Дата обращения: 26.11.2022
9. Пост почитания Сантьяго Калатравы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.admagazine.ru/architecture/post-pochitaniya-santyago-kalatravy> – Дата обращения: 26.11.2022
10. Проекты – Сантьяго Калатрава [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://calatrava.com/projects.html?all=yes> – Дата обращения: 26.11.2022
11. Сантьяго Калатрава и архитектура миражей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.interior.ru/architecture/677-santyago-kalatrava-i-arkhitektura-mirazhej.html> – Дата обращения: 26.11.2022

12. Сантьяго Калатрава: архитектор, воплотивший в реальность чудеса природы [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://arttube.ru/santiago-kalatrava-arhitektor-voplotivshij-v-real-nost-chudes-a-prirody/> – Дата обращения: 26.11.2022

УДК 7.037.24

СЮРРЕАЛИЗМ - СОТВОРЕНИЕ ДРУГОЙ РЕАЛЬНОСТИ.

АНДРЕ БРЕТОН И САЛЬВАДОР ДАЛИ

Д.А.МУХИНА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, группа АРХ-121, E-mail: muhinadara@gmail.com

М.М. ДЕМИДОВА - студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, группа АРХ-121, E-mail: margari-ta.demidova07@mail.ru

В.В. БОГОМАЗОВА - старший преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, email: bogomazovavv@gmail.ru

Аннотация: Изучена история возникновения нового направления в искусстве XX века – сюрреализма. Рассмотрены работы самых ярких представителей жанра, выявлены их особенности. Изучена история и работы основателя жанра. Исследовано творчество Сальвадора Дали.

Ключевые слова: Сюрреализм, искусство XX века, Андре Бретон, Сальвадор Дали.

Сюрреализм - новое направление в искусстве авангарда первой половины 20 века, между первой и второй мировыми войнами. Он затрагивал многие сферы искусства такие как литература, кинематограф и конечно же изобразительное искусство. Творцы черпали творческую энергию и вдохновение из глубин своего сознания, они соединяли реальность с фантазией, действительность с воображением.

В XX веке большая часть неординарных и смелых экспериментов, экстравагантных выходов было связано именно с деятельностью сюрреалистов: их действия были направлены на то чтобы удивить зрителя, попу- гать его и дать пощечину общественному вкусу. Все это сделало сюрреалистов, пожалуй, самой шумной и запоминающейся арт-группировкой в истории [3].

В переводе с французского «сюрреализм» означает «сверхреализм» (surréalisme) и это название используется в качестве противопоставления гиперреализму. Сюрреализм и правда далеко ушел от реализма, если в последнем художники стараются с точностью изобразить мир, то осново- полагающей особенностью французского течения можно назвать мини- мальное сходство с нашей реальностью, ведь художники как бы создают свою. Представители жанра со всей серьезностью воспринимали эту гипо- тезу, однако часто творцы черпали творческую энергию и вдохновение из глубин своего сознания, путем гипноза или в состоянии алкогольного опья- нения.

Картины сюрреалистов легко узнать по характерным чертам:

- большое количество фантазмагорических форм;
- совмещение реальности и подсознания;
- неконтролируемое создание произведений;
- эпатажность;
- эротические и магические мотивы.

В этом стиле творило немало талантливых людей, которые придумывали новые способы самовыражения, благодаря этому, каждая картина сюрреалистов уникальна и незабываема. Рассмотрим самых ярких представителей направления.

Первые работы Джорджо де Кирико увидели свет еще до официального появления сюрреализма как течения в живописи. Одной из самых важных его картин является «Меланхолия и мистерия улицы». Андре Массон является ярким представителем автоматического стиля рисования. Одна из его работ – «Gradiva» показывает насколько смело он экспериментировал в своих картинах. От техник до материалов - во всем использованы новаторские технологии. Интересны также работы Вольфганга Паалена – изобретателя новой техники, в которой используются следы гари и копоти от горящей свечи на холсте. Это хорошо показано в картине «Les Entrangers». Рене Магритт не любил, когда его называют сюрреалистом. Он просил называть его создателем нового направления – магического реализма. Его самая известная работа – «Сын человеческий» [3].

Основателем сюрреализма считается Андре Бретон. И пусть изначально писатель учился на врача, им он не стал, зародившийся в нем интерес к психологии он пронесет через свои работы. Идеи, возникшие при изучении трудов Шарко и Фрейда, станут основополагающими в новом направлении - сюрреализме. [2]

В 1924 выходит его «манифест сюрреализма» в котором были изложены основные идеи нового направления искусства. В нем Бретон определил главную цель всех представителей жанра, а именно устранение границ между реальностью и фантазией. Позже Андре предложит товарищам «автоматическое письмо» - новый метод создания, не ограничивающийся контролем разума, эстетики и морали. В своем полном выражении «автоматическое письмо» должно было представлять собой творчество, не подвер-

женное влиянию вкусовых предпочтений, субъективного восприятия, сиюминутного настроения. Оно свободно от внутренних и внешних воздействий, являет чистую мысль, без примесей и ограничений.

Хотя у Андре Бретона нет картин в привычном их понимании, свои работы он уподобил тексту. Можно вспомнить «Парацельса», игральную карту с изображением двух осьминогов, созданную Андре перед отъездом в США, или «Surrealist landscape», написанный в период его увлечения дадаизмом. Однако самые интересные графические работы автора — это так называемые стиховещи, воплощающие в себе синтез визуального искусства и поэзии. Слова в них заменялись на конкретные предметы. [2]

Так сюрреализм, как необычный, новый «свежий» жанр распространяется по всему миру. Новые пришедшие представители приносили с собой новые идеи. Однако сам Бретон известен в первую очередь как основоположник и идеолог. Его влияние было настолько велико, что почти сразу после его смерти, направление ушло в прошлое.

Сальвадор Дали – это, пожалуй, самый известный сюрреалист, и один из самых известных и влиятельных деятелей искусства за всю историю. К славе его привел чрезвычайно творческий стиль жизни. Художник имел эксцентричный характер и уникальный талант.

Сюрреализм – полная свобода человеческого существа и право его грезить. Я не сюрреалист, я – сюрреализм, – С. Дали.

В значительной степени на него повлияли экспрессионизм и кубизм, именно они сформировали Дали как художника. Он почерпнул многое от старых мастеров, но использовал экстравагантные формы и способы рисования, так получился уникальный, современный стиль. В его произведениях всегда есть скрытый смысл, двойственность образов, оптические иллюзии и символизм.

1929 год стал одним из самых важных в жизни художника: он прикнуд к сюрреалистам, а также встретил свою музу и любовь всей своей жизни – Галу. На протяжении всей жизни она вдохновляла и направляла его, благодаря этому он никогда не ограничивался одним направлением. Дали работал с разными материалами и формами: от масляной живописи до акварели, от картин к скульптурам, от фотографии до фильмов и ювелирного искусства.

В 1934 году он написал картину «Призрак Вермера Дефтоского, который можно использовать как стол». Эта картина является портретом известного фламандского мастера XVII века – Яна Вермеера. Она воплощает в себе восхищение Дали, однако с учетом сюрреалистического видения. [1]

В 1934 в картине «Сон» Дали изучил одно из основных сюрреалистических явлений - сон. Это хрупкая, деликатная, неустойчивая реальность в мире сна.

До переезда в США художник пишет «Жираф в огне», она выражает переживания Дали. Хотя он утверждал, что его творчество аполитично, в картине четко видны его тревога и ощущения ужаса. Однако война все же нашла явное отражение в творчестве художника. Он считал, что его живопись должна содержать предзнаменование войны, что можно увидеть в «Лицо войны» 1940, картина с головой, начинённой черепами, вселяет ужас в зрителя. Война так же отразилась в «Три сфинкса острова Бикини» 1947 года, тут Дали вспоминает ужасные события. Картина исследует взаимоотношения между разными планами: человеческой головой, расколотым деревом и грибом от ядерного взрыва.

«Явление лица и вазы с фруктами на берегу моря», 1938 год. Эта фантастическая живопись особенно интересна, автор использует так как в ней автор использует двойные образы, наделяющие само изображение многоуровневым смыслом. Метаморфозы, удивительные сопоставления

объектов и скрытые элементы характеризуют сюрреалистические картины Дали.

Пожалуй, самая известная картина мастера – «постоянство памяти», она показывает мягкость и твердость, реальность и фантазию, относительность времени и пространства. Дали говорил, что идея родилась при виде расплавленного сыра Камамбер. [1]

Дали много раз писал свою жену и музу – Галу, например, «Галатее со сферами». Гала тут похожа на Мадонну, однако художник возвысил ее над осязаемым миром, в верхние эфирные слои – это происходит под действием вдохновения от развития науки.

Картину «Геополитическое дитя, наблюдающее рождение Нового человека», 1943 год он написал будучи в Соединенных Штатах, в ней он показал свой скептицизм по отношению миру и его развитию в будущем. Форма шара, кажется, символическим инкубатором «нового» человека, человека «нового мира».

Искусство Сальвадора Дали нельзя переоценить. Невозможно вычленив в его наследии лучшие и посредственные произведения. Все они уникальны, гениальны, харизматичны и неповторимы, они несут на себе отпечаток таланта, коим Дали был так щедро одарен.

Сюрреализм новое и удивительное направление XX века, оно отличается разнообразием форм и техник. Одной из главных идей художников было объединение сна и реальности – так они создавали свою, новую, уникальную и ни на что не похожую реальность. Эта реальность была подсказана им их собственным подсознанием, а не действием окружающей действительности. Сюрреализм оставил яркий след в истории мирового искусства. Картины художников-сюрреалистов занимают почетное место в частных и музейных коллекциях. [4]

Список используемой литературы:

1. Сальвадор Дали (Salvador Dali) и его сюрреалистические картины [Электронный ресурс] - <https://cameralabs.org/4913-salvador-dali-salvador-dali-i-ego-syurrealisticheskie-kartiny/> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
2. Буравлева Д. Андре Бретон [Электронный ресурс] - <https://fb.ru/article/213399/andre-breton-biografiya-lichnaya-jizn-kartinyi-s-nazvaniyami-i-opisaniyami-tsitatyi/> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
3. Сюрреализм- искусство глубин подсознания человека [Электронный ресурс] - <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/syurrealizm-iskusstvo-iz-glubin-podsoznaniya-cheloveka/> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
4. Сюрреализм [Электронный ресурс] - <http://www.lookatme.ru/mag/archive/experience-other/137839-gid-po-syurrealizmu/> / Дата обращения: 06.02.2023 г.
5. Картины в стиле сюрреализм [Электронный ресурс] - <https://art-dot.ru/syurrealizm/> / Дата обращения: 06.02.2023 г.

УДК 7.036

СОВРЕМЕННЫЙ ФУТУРИСТИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН В ПРОЕКТАХ ТОКУДЗИН ЁСИОКА

Д.О. НИКОЛЕНКО – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа АРХ-120, E-mail: nikolenkodarya@gmail.com

Е.М. КУЛИКОВА - старший преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», E-mail: evgeniya-terra-kulikova@mail.ru

Аннотация: Описание классической идеи футуризма и минималистичного японского стиля, их симбиоз в творчестве дизайнера. В статье приведены и разобраны проекты Токудзин Ёсиоки, их значение, место в современном футуристическом дизайне.

Ключевые слова: дизайн, интерьер, мебель, выставочное пространство, современный футуризм, японский стиль, Токудзин Ёсиока.

Футуризм – это течение в искусстве, которое впервые зародилось в Италии, в начале XX века. Художники в те времена бросали вызов образцам и идеалам прошлого [1]. В наше время дизайнеры подхватывают такое радикальное направление, и применяют его в своих творениях: предметах интерьера или же инсталляциях.

В целом можно обозначить такие черты современного футуризма в интерьерах – эргономичность, функциональность, свободное пространство. Этот стиль представляет собой инновационное понимание предмета интерьера, его материалы, технологию изготовления, идею. Также стоит заметить, что футуризм в современном понимании должен быть экологичным, сохранять благоприятную среду для окружающих [2].

Токудзин Ёсиока является одним из самых ярких дизайнеров, работающих в стиле современного футуризма. Дизайнер родился в Японии 1967 году. Работал под руководством Широ Кураматы и Иссея Мияке, а в 2000 году основал собственную студию TOKUJIN YOSHIOKA INC. Активно работая в области дизайна, архитектуры и современного искусства, он получил широкое признание во всем мире [3]. Прожив всю жизнь в Японии, Токудзин Ёсиока несомненно несёт в своих творениях культуру этой страны. Японский же стиль в интерьере включает в себя изящность и тщательно продуманный минимализм. Ёсиока славится простыми и одно-

временно необычными объектами, которые отражают природные явления или представляют собой переосмысленные повседневные предметы.

Излюбленная тема дизайнера – кресла. Ведь кресел довольно много, но сидя лишь на некоторых из них вы можете почувствовать комфорт и удобство. В 2002 году дизайнер представил коллекцию кресел-трансформеров «Honey Pop», сделанных из листов прессованной бумаги, раскладывающихся по принципу веера (Рис.1.1). Они казались невесомыми и повторяли все анатомические особенности присевших на них людей.

В 2006 году японский дизайнер представил своё свежее творение — кресло «Pane Chair» (Рис.1.2). При изготовлении он поставил перед собой задачу создать структуру из высокотехнологических волокон – полиэфирного эластомера, используемого в медицине. После многочисленных экспериментов, дизайнер принял решение запечь кресло, словно хлеб.

Сначала из переплетенного волокна создают полуцилиндрические формы, соединяют их друг с другом, помещают в большой картонный тубус, и отправляют в печь. При температуре 104 градусов волокно обретает форму – и получается готовое кресло.

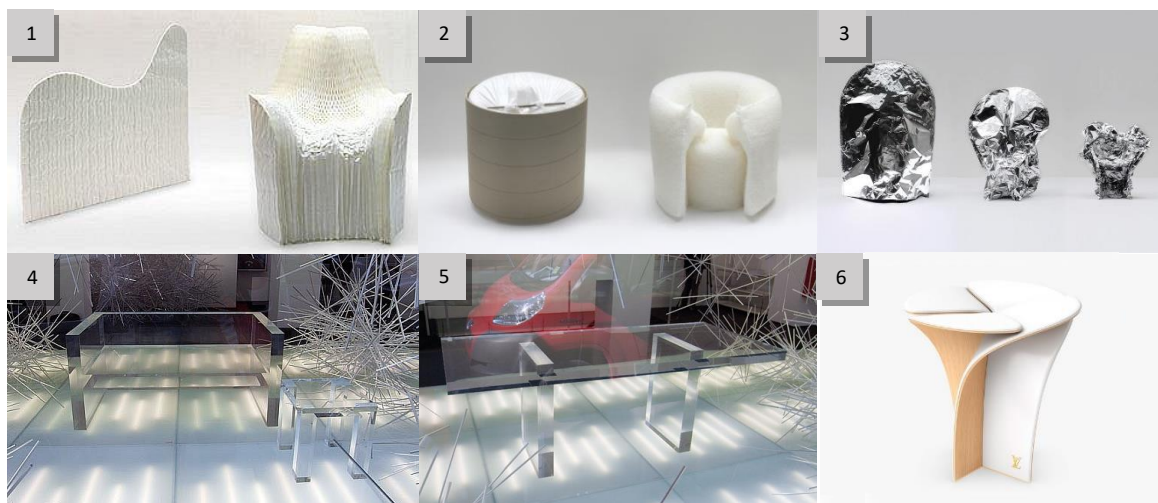


Рисунок 1 - Проекты Токудзин Ёсиоки

- 1) Кресло «Honey Pop», 2002 г.
- 2) Кресло «Pane Chair», 2006 г.
- 3) Кресло «Memory», 2010 г.
- 4) Стул и стол «Невидимки», 2010 г.
- 5) Стол «Невидимка», 2010 г.
- 6) Стул «Blossom», 2016 г.

Продолжая познавать грани материалов и их возможности, дизайнер развивает и дальше свою задумку, которая началась с кресла Honey Pop. В 2010 году он создает кресло «Memory» из вторично переработанного алюминия (рисунок 1.3). Данный предмет интерьера также запоминает силуэт сидящего на нём человека и сохраняет свою форму.

Так же в 2010 году Токудзин создаёт уже целую линейку мебели под названием «Невидимки», сотрудничая с итальянским брендом Cartell. Дизайнер выразил мнение, что новая мебель способна произвести на людей большое впечатление. «С помощью *Невидимок* вы сможете как бы парить в воздухе. Присутствие самого объекта становится вторичным, а на первый план выходит его эмоциональное воздействие на человека», – пояснил концепцию коллекции дизайнер (рисунок 1.4, 1.5). Привычные предметы интерьера были выполнены из поликарбонатного пластика [4].

Множество брендов сотрудничает с японским дизайнером, такие как Hermes, Moroso, LG, Cartier, Swarovski, Louis Vuitton, Toyota, Lexus.

Вдохновением для создания стула Blossom послужили формы живой природы. Четыре лепестка из гнутого прессованного дерева обтянуты мягкой телячьей кожей. Переплетаясь, лепестки тянутся вверх и складываются в цветок Monogram — легендарный символ Дома Louis Vuitton (рисунок 1.6).

Объект, который, по словам автора, является одновременно «универсальным и вневременным» выставлен в рамках экспозиции Objets Nomades на Design Miami 2016. Скульптурная рафинированная форма — дань уважения роскошной эстетике и высокому уровню мастерства, связанным с брендом Louis Vuitton.

Ещё один фронт работ дизайнера – это инсталляции. К примеру, для проекта Tornado в 2007 году понадобилось более 2 миллионов коктейльных соломинок, которые были скомпонованы таким образом, чтобы похо-

дуть на торнадо (рисунок 2.1). Инсталляция служила фоном для экспозиций, прорываясь через дверные проемы и пронизывая выставочные пространства. Создавая окружение, дизайнер показывает нам эпицентр такого разрушительного природного явления. Токудзин Ёсиока даёт зрителю возможность *подружиться* с торнадо.

В 2010 году в Сеуле дизайнер представил 9-метровое окно из 500 стеклянных призм, которые, преломляя свет, создавали эффект радуги (рисунок 2.2). Инсталляция носила название Rainbow Church (Радужная Церковь) и была вдохновлена яркими витражами Капеллы Розария во Франции, построенной по проекту Анри Матисса (рисунок 2.3).

Наблюдая данную инсталляцию, зритель ощущает себя в некой церкви будущего, такой лаконичной и минималистичной, заворожённый игрой света. Он поражается её масштабами и поднимает свой взор прямо кверху, пытаясь найти завершение такому внушительных размеров окну, равному по высоте трёхэтажному дому.



Рис. 6. Инсталляция «Торнадо», 2007 г.

Рисунок 2 - Инсталляции Токудзин Ёсиоки

- 1) Инсталляция «Торнадо», 2007 г.
- 2) Инсталляция «Радужная церковь», 2010 г.
- 3) Капелла Розария, Анри Матисс, 1950 г.
- 4) Инсталляция «Паучья нить», 2013

Для инсталляции Spiders Thread (Паучья нить) в Музее современного искусства в Токио, дизайнер прорастил минеральные кристаллы в форме стула (Рис.2.4). По словам Ёсиоки, этот проект был отсылкой к новелле японского писателя Акутагавы Рюноскэ. «Будда с небес спускает паутинку в ад, чтобы преступник мог по ней взобраться в рай, – пояснил Ёсиока. – В рассказе паутинка – это символ слабой надежды и хрупкости» [5]. Этот проект дизайнера подчеркивает символичность, с которой Токудзин Ёсиока подходит к своим творениям.

Творчество обозначенного японского дизайнера включает в себя и эргономичность, улавливая положение тела, подстраиваясь к нему; функциональность, выполняя функции определённого предмета. Идеи проектов инновационные, объекты выполнены из самых различных материалов экологичных и перерабатываемых. Так же дизайнер продумывает технологию производства своих проектов.

Таким образом, Токудзин Ёсиока, являясь одной из самых известных фигур в современном дизайне, развивает традиции футуристического стиля и концептуального искусства в экологическом ключе, его дизайн-проекты выносят зрителя (потребителя) за рамки повседневного быта и обращают внимание на технические возможности и эмоциональное воздействие современных материалов.

Список используемой литературы:

1. Холлингсворт М. Искусство в истории человека, [Текст], Москва, 1993. - с. 451
2. Футуризм в дизайне интерьера: правила оформления и акцент на деталях, [Электронный ресурс], - <https://design-homefort.ru/articles/dizayn/futurizm/?ysclid=li4zx77ql7636313525> Дата обращения: 06.05.2023 г.

3. Токудзин Ёсиока, Официальный сайт [Электронный ресурс] - <https://www.tokujin.com/profile/?l=en> Дата обращения: 06.05.2023 г.
4. Интервью с Токудзин Ёсиока на тему «Invisibles» [Электронный ресурс] - <https://coolhunting.com/design/tokujin-yoshiok/> Дата обращения: 06.05.2023 г.
5. Интервью с Токудзин Ёсиока на тему «SpidersThread» [Электронный ресурс] - <https://www.designboom.com/design/tokujin-yoshioka-the-spiders-thread-chair-10-11-2013/> Дата обращения: 06.05.2023 г.

УДК 7.036

ФУТУРИСТИЧЕСКАЯ АРХИТЕКТУРА В КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГРАХ

Т.Б. ИБРАГИМОВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа АРХ-220, E-mail: woods33@gmail.com

Е.М. КУЛИКОВА - старший преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», E-mail: evgeniya-terra-kulikova@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается взаимное влияние футуристической архитектуры и архитектуры компьютерных игр друг на друга. Представлены наглядные примеры популярных видеоигр, раскрывающие то, как тесно могут быть связаны культуры прошлого и настоящего, становясь вдохновением для будущего.

Ключевые слова: архитектура, компьютерные игры, стиль, футуризм, искусственный интеллект, параметрическая архитектура.

Игровая индустрия считается одной из самых быстроразвивающихся развлекательных отраслей. Видеоигры вносят значительный вклад в мировую экономику и пользуются огромным спросом у самых разных возрастных групп. Стоит только посмотреть на статистику: 78% мировой интернет-аудитории играет в видеоигры, причем половина из них отдает свое предпочтение такому времяпрепровождению ежедневно.

Влияние индустрии на современную культуру колоссально. Однако у разработчиков игр с самого начала был бесспорный козырь в рукаве – культура прошлых лет. «Вторая природа» в лице архитектуры стала неотъемлемой частью видеоигр. Вот некоторые примеры: архитектура античности в «God Of War», эпоха позднего Средневековья в «The Witcher 3» и эпоха Возрождения в «Assassin's Creed II». Наконец, готический стиль в японской «Bloodborne» [3].

Все эти классические стили нам известны и хорошо изучены. Но что думают создатели игр о мире будущего? Насколько их взгляды созвучны с идеями архитекторов-футуристов? Как игровая индустрия влияет на современное искусство и архитектуру?

Футуристическая архитектура – стиль в архитектуре, зародившийся в Италии в начале двадцатого столетия. Его характерными чертами стали антиисторизм, сильный хроматизм, движение, лиризм и длинные динамические линии [1].

В начале XX века все деятели культуры, искусства и науки начали погоню за будущим, возводимым в то время в культ. Новые технологии, новые правила создания художественных произведений и, конечно, новые принципы градостроительства и архитектуры были разработаны теоретиками и практиками футуризма.

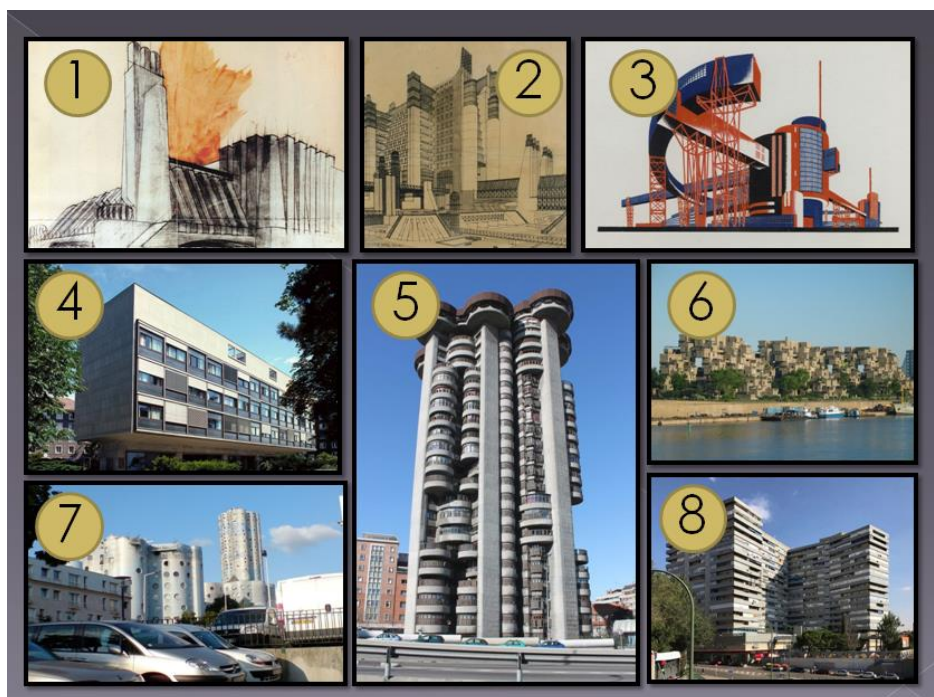


Рисунок 1 - Футуристические проекты XX века

1), 2) «Новый город», Антонио Сант'Элиа, 1914 г.;

3) «Фантастические композиции», Яков Черников, 1929-1931;

4) Швейцарский павильон, Ле Корбюзье, 1932 г.; 5) Torre Blancas, Хавьер Саенс де Ойса, 1946-1969 г.; 6) «Хабитат 67», Моше Сафди, 1967 г.; 7) Tours Aillaud, Эмиль Айо, 1977 г.; 8) Северное Чертаново, 1980 г.

Антонио Сант'Элиа, основоположник футуризма, представлял себе современный город в виде сложной системы гигантских ступенчатых многоуровневых зданий, террас и туннелей, связанных между собой переходами, галереями и мостами (рисунок 1.1, 1.2) [1]. Первый продукт игровой индустрии, основанный на подобном стиле, – это «Киберпанк 2077» от польской студии CD Project Red. Забегая вперед, стоит отметить, что нормам градостроительства в ней было уделено не так много внимания. Однако это может быть продиктовано условностями местной антиутопии. Корпорации берут верх в этом мире: строительные нормы исчезли, позволяя зданиям обгонять друг друга, строить на вершине и нарушать общественное пространство.

Основной стиль архитектуры в *Найт-Сити* – футуристический, но в нем также сильно выражены отсылки на модернистский стиль с уклоном в брутализм коммунистической архитектуры советской России, а также ар-деко 30-х годов. Помимо этого в городе есть намеки на хай-тек, конструктивизм и метаболизм [5].

Главный герой проживает в массивном жилом комплексе «Мегабашня Н10» для малоимущих, в котором есть все и для всех (Рис. 3.9). Именно там полностью раскрывается антиутопичная идея вертикального города, так сильно напоминающая «Манифест футуристической архитектуры» 1914 года под авторством Антонио Сэнт’Элиа.

Аналог подобного замысла был воплощен и в реальном мире: американский жилой комплекс «Пруитт-Айгоу» в США.

На контрасте с кварталами, в которых хорошо прослеживается дух эскапизма, в *Найт-сити* имеется огромное количество небоскребов. Яркий пример: *Арасака-Тауэр* со своей пирамидальной и ступенчатой формой здания. (Рис. 3.8) [3].

В сиквеле видеоигры «Deus Ex» наиболее четко прослеживается дух футуристов двадцатого столетия: культ века машин и прославление войны и насилия. Постоянные столкновения кибернетических людей с теми, кто остался без имплантов, напрямую отражены на городских постройках. Серый и угрюмый дизайн локаций больше напоминает сдержанный конструктивизм для бедной прослойки населения, по соседству с которым располагается великолепные государственные здания, буквально кричащие о своей любви к движению и мрачному деконструктивизму (Рис. 3.5).

Противоположный пример — это первая часть «Mirror’s Edge». Ослепительно белые небоскребы, использование в интерьерах только ярких цветов и полное отсутствие даже малейшего намека на мрачность (рис. 3.1). Местная архитектура будущего считается футуристической,

однако отдаленно напоминает функционализм и «светлый» минимализм в стиле Ле Корбюзье [1].



Рисунок 3 - Футуристическая архитектура в компьютерных играх

- 1) Город Зеркал, «Mirror's Edge», 2008; 2) «Deus Ex: Human Revolution», 2011;
- 3) «Borderlands 2», 2012; 4) «Overwatch», 2016; 5) «Deus Ex: Mankind Divided», 2016; 6) «Detroit: Become Human», 2018; 7) «Apex Legends», 2019; 8) Арасака Тауэр, «Cyberpunk 2077», 2020;
- 9) Мегабашня Н10, «Cyberpunk 2077», 2020

Футуристический стиль встречается в большом количестве популярных компьютерных игр (рисунок 3). Основная задача архитектуры в этих проектах — это использование ее в качестве инструмента для создания правильной атмосферы. Определенно некоторые представители индустрии вызывают интерес к футуризму в архитектуре и к футурологии в целом.

В современной мировой художественной культуре известны ситуации, когда компьютерные технологии используют при проектировании самого образа того или иного объекта искусства. Например, скульптура, выставленная в национальном музее науки и техники в Стокгольме (рисунок 4.1). При проектировании этого арт-объекта участвовали сразу не-

сколько искусственных интеллектов, которых обучали на работах известных скульпторов. Нейросети сгенерировали двухмерный дизайн, и далее, **при помощи алгоритмов видеоигр**, инженеры смогли перевести модель в 3D и подобрать натуралистичные материалы. Со стороны человека дело оставалось за малым. Изготовленные части никак не дорабатывали, так как их проектирование четко отслеживалось во время создания цифровой модели [4].

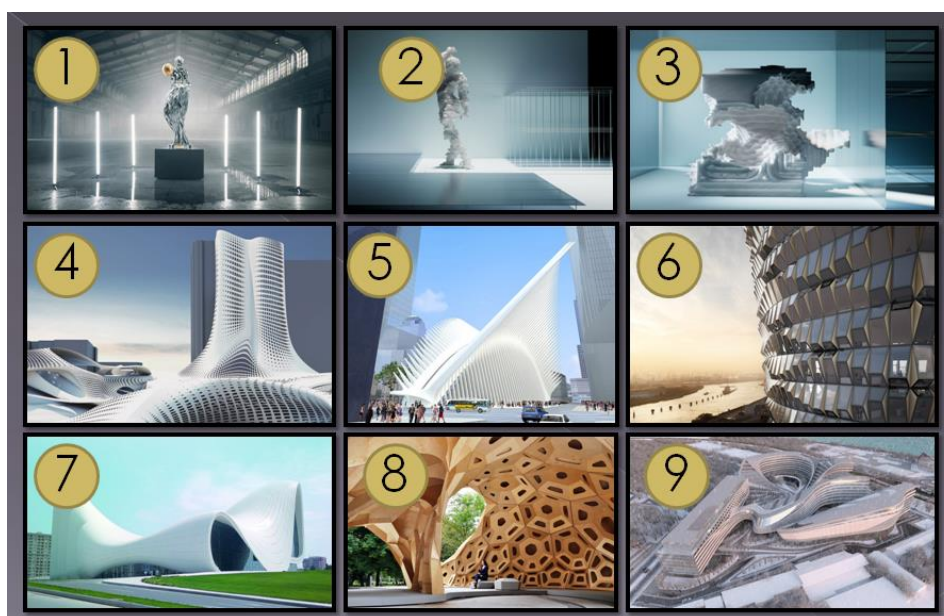


Рисунок 4 - Новый футуризм – «Стиль цифровой эпохи»

1-3) Скульптуры, созданные искусственным интеллектом;

4-7) Примеры параметрической архитектуры

В самом деле, одна из главных особенностей видеоигр и искусственных интеллектов – предельная точность алгоритмов. Это позволяет архитекторам нового времени освоить *«стиль цифровой эпохи»* или параметрическую архитектуру (рисунок 4.4-4.9).

На помощь архитектуре снова пришла математика, а точнее ее новые цифровые технологии, призванные не предполагать, а точно рассчитывать любой компонент здания, учитывать его композиционные отношения с окружающим миром и человеком.

Параметризм основан на анализе огромного числа компонентов, который в итоге превращается в чистый алгоритм. Это сложнейшее уравнение, куда можно подставлять разные данные, формулируя на его основе будущую концепцию здания. По сути, архитектор предлагает машине набор данных, и она выдает оптимальное решение, будь то павильон автобусной остановки, огромное здание или план города [2].

Благодаря симбиозу человеческих и компьютерных возможностей сегодня художники и архитекторы создают уникальные по форме и сложные по конструкции здания и сооружения, достигая новых высот в развитии футуристического стиля.

Список используемой литературы:

1. Günter Berghaus. International Futurism in Arts and Literature, 2000
2. Грановский Юрий. Параметрическая архитектура: что это такое [электронный ресурс], –<https://archidom.ru/journal/architecture/parametric-architecture-style-of-the-future>. Дата обращения: 06.05.2023 г.
3. Ермолаев Александр. Игровая архитектура [электронный ресурс], –https://games.mail.ru/pc/articles/feat/arhitektura_34256_ugc/ Дата обращения: 06.05.2023 г.
4. Искусственный интеллект спроектировал скульптуру в стиле Микеланджело [электронный ресурс], –<https://incrussia.ru/news/ii-sproektiroval-skulpturu-mikelandzhelo/> Дата обращения: 06.05.2023 г.
5. Канал Dzhi-Dzhi. Видеообзор – Формула мира Cyberpunk 2077, - [электронный ресурс], – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=PtVFNpK9c7A>. Дата обращения: 06.05.2023 г.

УКД 72.01

ВИТРАЖ. ИСТОРИЯ ВИТРАЖА И ТЕХНОЛОГИИ

В.Н. САВЕЛЬЕВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, группа АРХ–122; E-mail: varysaveleva@gmail.ru

А.А. СНАГИНА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, группа АРХ–122; E-mail: alinasnagina@gmail.com

С.В. ПЛАТОНОВ – старший преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра архитектуры, E-mail: platonow33@yandex.ru

Аннотация: В данной статье произведён анализ витражей. Освещены их направления в архитектуре и прикладном творчестве. Попутно была изложена история появления витражей и его особенности.

Ключевые слова: Витраж, технология, украшения интерьера, стекольные изделия

Витражом называют декоративную композицию из стекла или другого материала, который пропускает свет. В русский язык слово «витраж» пришло из французского. А французский термин vitrage образован от латинского vitrum, что означает «стекло», «прозрачность» и «работающий на просвет».

История витражей окутана вековыми тайнами. Никто не знает, где они впервые появились, можно только догадываться. Египтяне, вероятно, были первыми, кто начал производить непрозрачное стекло. Создается впечатление, что появление витражей – это всего лишь вынужденная слу-

чайность, предпосылкой которой было неумение египтян отливать большие стекла, и им приходилось буквально складывать окна из кусочков стекла.

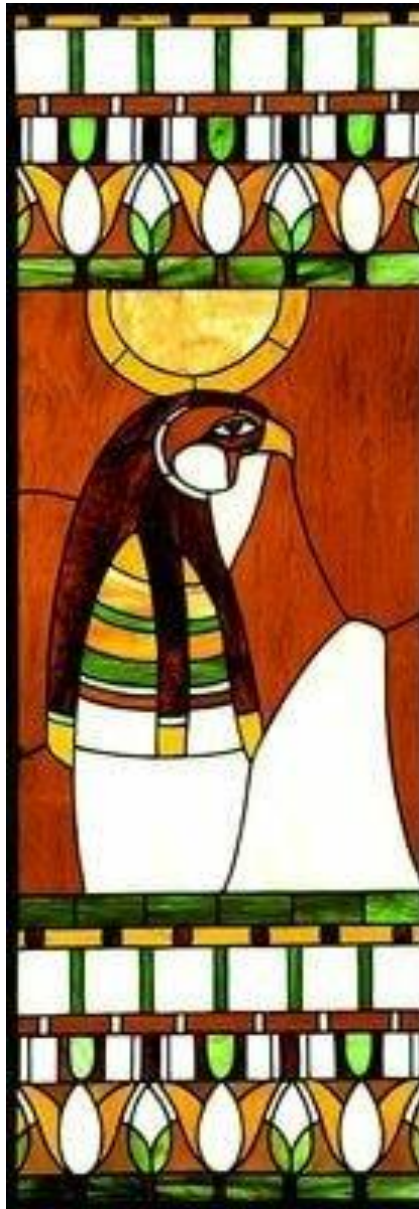


Рисунок 1– Витраж древнего Египта

Позже секрет египетского стеклоделия был раскрыт и усовершенствован византийскими учеными. Возникшую технику стали использовать для украшения храмов Константинополя впечатляющими росписями на окнах. Так как качество стекла в то время было не самым лучшим - оно не

обладало особой прозрачностью, получалось неравномерным по цвету, также присутствовали застывшие пузырьки воздуха, но видимо это и придавало витражам того времени характерную атмосферу.

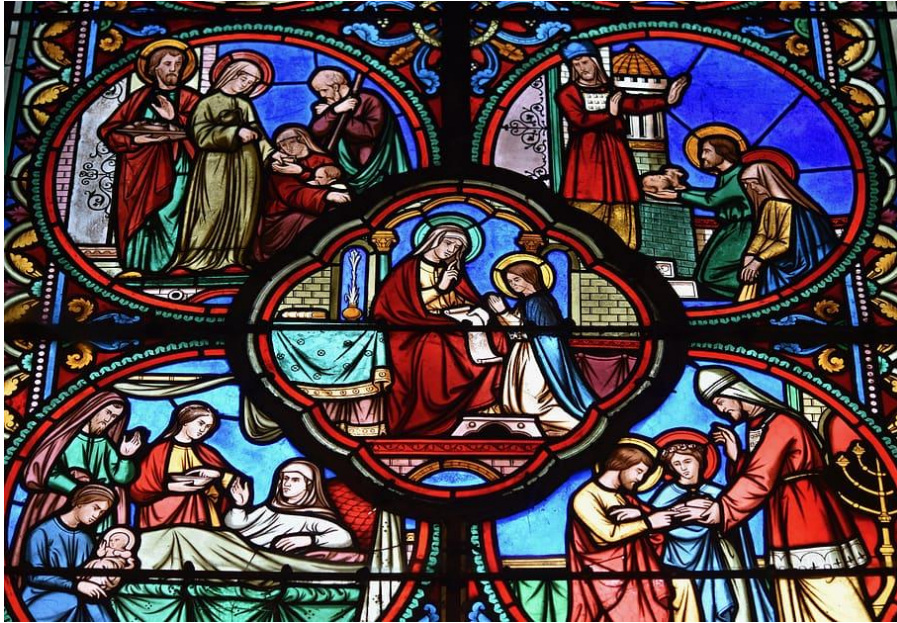


Рисунок 2 – Церковь Сен-Дени Амбуаз

По мнению историков и искусствоведов, наибольшее распространение витражи получили с 4 по 10 век. Английские церкви этого периода украшались окнами из прозрачного неокрашенного стекла, которые складывались из мелких деталей в виде орнаментов. Игра света от многократно преломленных солнечных лучей оставила незабываемое впечатление.

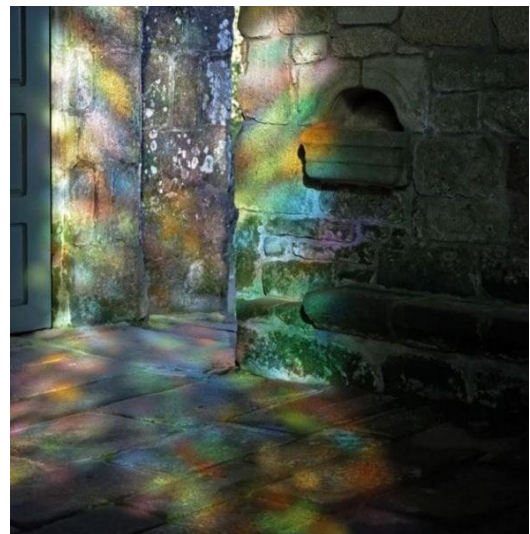
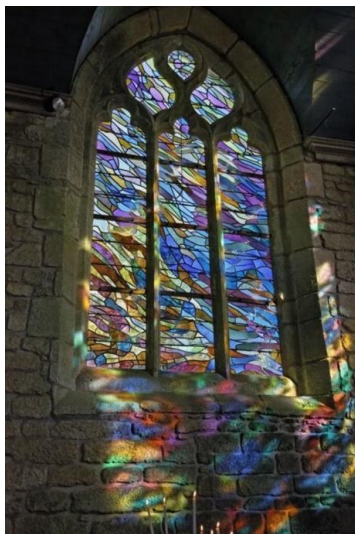


Рисунок 3 – Собор Святого Вита, «игра света»

Примерно с 9 века витражи стали основным элементом готических соборов. Особенности готической архитектуры позволили росписи целых окон высотой до 12 м, для росписей были выбраны библейские сюжеты. Примерно в 15 веке архитекторы стали украшать витражами не только окна, но и потолки. В это же время началось развитие стекольного производства. Оно стало намного прозрачнее, ровнее и более крупным в размере.



Рисунок 4 – Витражи базилики сен-Дени

В средние века витражи получили распространение, а в эпоху Возрождения витражи достигли своего расцвета. Модные фрески тогда постепенно вытеснили витражи, затормозив развитие этого искусства на несколько столетий. Только в послевоенные годы это искусство вновь расцвело - старые стеклянные окна были полностью обновлены и частично отреставрированы, созданы новые, более современные.

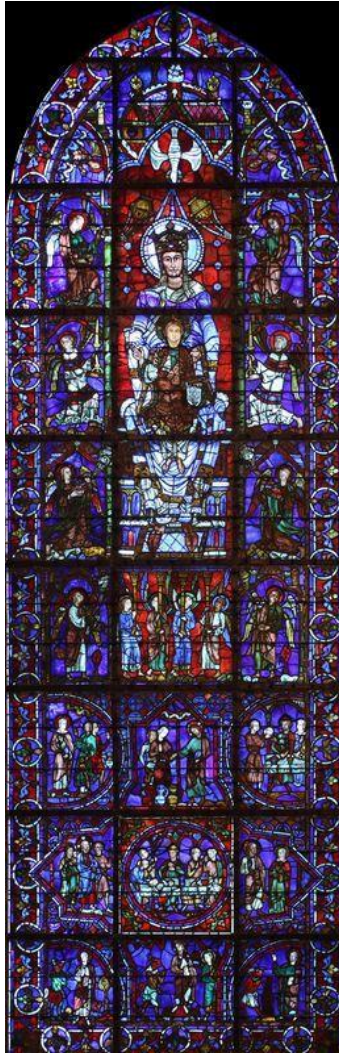


Рисунок 5 – Окно Голубой девы в Шартрском соборе, Франция, 12 в.

Существует четыре классические и две современные технологии изготовления витражей:

1. Технология изготовления классических художественных витражей, корни которого исходят к нашему времени из прошлого, практически не претерпела никаких изменений. Эскиз картины выполнен на плотной бумаге или картоне в натуральную величину. Затем эскиз разрезается на кусочки разного размера, которые станут частью цветовой гаммы, главным героем композиции. По словам наставников, стеклянные заготовки вырезаются, предварительно собираются по чертежу, при необходимости обрабатываются в местах стыков, чтобы они плотно прилегали к профилю.

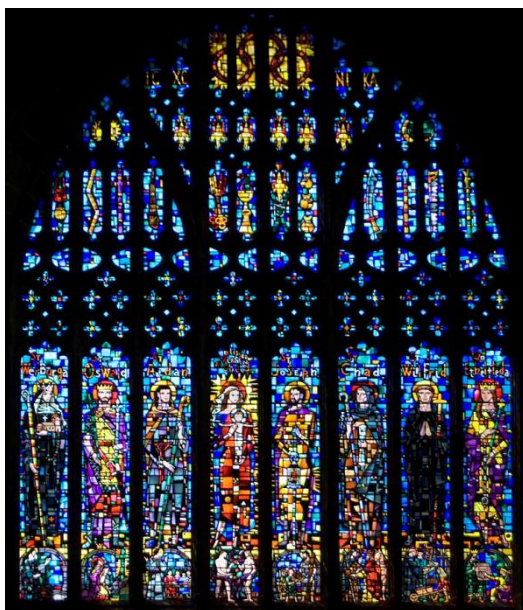


Рисунок 6 – витраж, Честерский собор, 2010 г.

Они обрамлены металлом и поочередно припаиваются. В зависимости от типа рисунка для передачи акцентов можно использовать профиль различной толщины. Для достижения особого контраста на оригинальный профиль можно нанести патину. Готовая картина вставляется в рамку и устанавливается в заранее подготовленный проем. Качество подготовки и монтажа очень важно, так как витражное стекло - хрупкое изделие, не допускающее даже малейшей деформации.

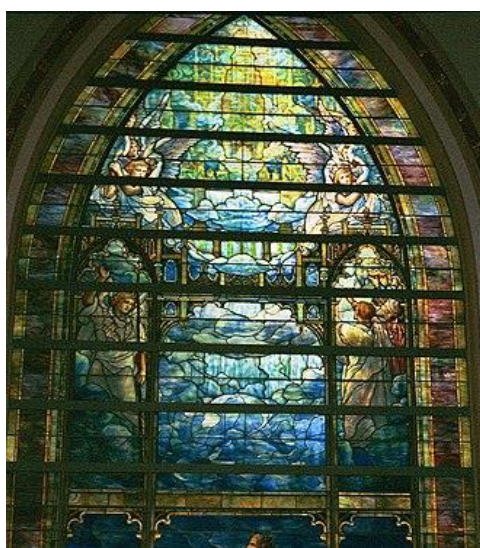


Рисунок 7 – «Священный град».
Пресвитерианская мемориальная церковь Брауна, Балтимор

2. Технология Tiffany (названа в честь американского изобретателя). Согласно этой технологии, кусочки стекла перед пайкой обрамляются медной фольгой. Благодаря эластичности шва удалось соединить детали в трехмерные конструкции - шары, кубы. Теперь из цветных стеклянных элементов можно изготавливать не только окна и потолочные формы, но и декоративные элементы – светильники, вазы и другие.

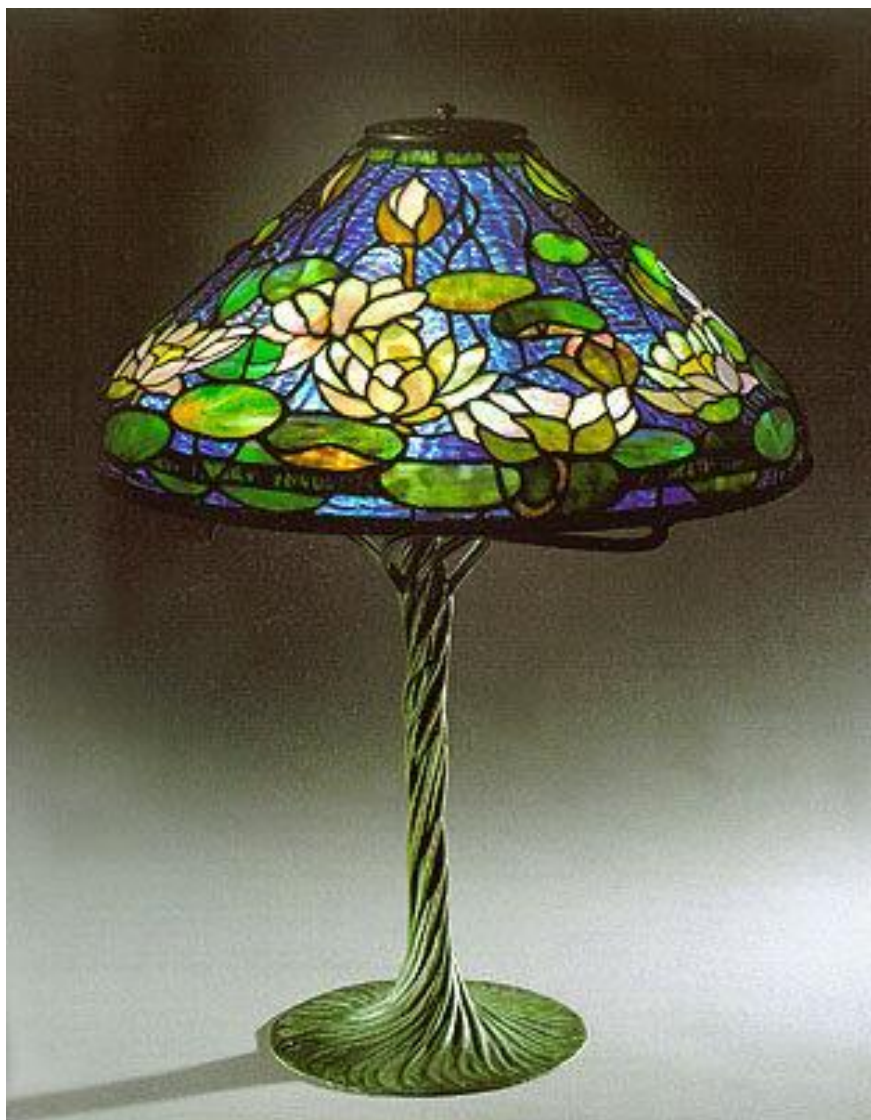


Рисунок 8 – Настольная лампа «Лилии в пруду», 1900 - 1905 гг.

Сам шов очень тонкий, элементы можно «набирать» даже очень маленькие. Прочность конструкции часто превышает прочность, получаемую по классической технологии.



Рисунок 9 – витраж «Цветок» Елена Зайцман

3. Технология фиксации. Его основой являются не обрамляющие элементы в профиле пайки, а спекание витражного стекла в печи. Главным недостатком витражей, изготовленных по этой технологии, является невозможность замены отдельных поврежденных элементов. Преимущество: витражное стекло при определенной температуре может иметь эффект «потрескавшихся», «размытых» цветов, придавать желаемый объем и форму.

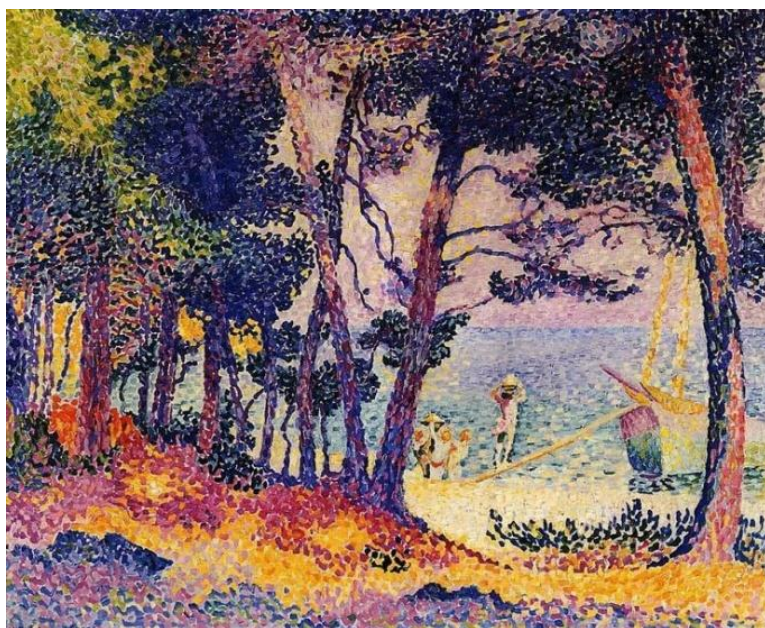


Рисунок 10 – Анри Кро 1840 – 1907 г.

4. Мозаичная технология. Он включает в себя нанесение (приклеивание) подготовленных кусочков стекла или камня на подложку с рисунком. Из мозаики можно изготавливать не только панорамные полотна, но и использовать для украшения бассейнов и фасадов.

5. Пластиковая технология. Кусочки композиции изготовлены по классической технологии, но не из стекла, а из оргстекла, которое легко разрезается на заготовки любой кривизны и удобно приклеивается.

6. Технология нанесения фольгированных покрытий. Рисунок (или его части), нанесенный на пленку, наносится на прозрачное стекло. В зависимости от места применения такого витража стекло может быть разделено на части с помощью соединителей, визуальнo имитирующих классический витражный профиль. Самая простая и, следовательно, наиболее экономичная технология.

Список используемой литературы:

1. «Витраж — вид монументального искусства: суть, разновидности витражей, история развития. Самые известные витражи мира с примерами на фото». [Электронный ресурс: <https://veryimportantlot.com/ru/news/blog/vitrazh>] Дата доступа: 06.02.2023 г.
2. «Как устроены средневековые витражи». [Электронный ресурс: <https://arzamas.academy/mag/453-vitrazh>] Дата доступа: 06.02.2023 г.
3. «История появления витражей». [Электронный ресурс: <https://www.mir-vitrage.ru/2017/12/14/istoriya-poyavleniya-vitrazhej/>] Дата доступа: 06.02.2023 г.
4. «Витражи: разнообразие видов, витражных техник и область их применения». [Электронный ресурс: <https://www.remontbp.com/vitrazhi-raznoobrazie-vidov-vitrazhny-h-tehnik-i-oblast-ih-primeneniya/>] Дата доступа: 06.02.2023 г.

5. «Техники витража, Современные направления и приемы работы в технике витража, Витражи Тиффани. Технология работ - Искусство витража. История и технология». [Электронный ресурс: https://studbooks.net/1138213/kulturologiya/tehniki_vitrazha] Дата доступа: 06.02.2023 г.

УДК 7.01

ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИИ ПО КАНДИНСКОМУ

Д.А. ДМИТРИЕВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики; кафедра «Архитектура», группа АРХ–122; E-mail: daryad742@gmail.com

С.В. ПЛАТОНОВ – старший преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура»; E-mail: platonow33@yandex.ru

Аннотация: В данной статье произведён краткий анализ трудов В.В. Кандинского. Рассмотрены элементы, на основе которых построены рассуждения художника о композиции. Попутно изложена краткая биография деятеля искусства.

Ключевые слова: Точка, линия, композиция, живопись, звучание, форма

Василий Васильевич Кандинский (1866—1944) - знаменитый русский художник, основатель собственной школы при объединении «Фаланга», теоретик и преподаватель. Именно с работ этого живописца в 1910-ых годах своё начало берет новое направление в искусстве - *абстракционизм*.

Творец пришёл к творчеству довольно поздно, только к тридцати годам жизни. Стоит обратить внимание на то, что изначально Василий Васильевич учился на юриспруденции и по направлению профессора Чупрова, его научного руководителя, трудился на кафедре политэкономии и статистики.

Свое решение о смене профессии Кандинский принял после посещения выставки импрессионистов в 1895 году в Москве. Это событие пробудило в художнике тягу к искусству. В конце XIX века Василий Васильевич отправился на учёбу в Европу, откуда и начался его путь становления гениальным творцом.

Живопись Кандинского имела характерные черты и особенности, а его новаторская теория «ритмичного» применения цвета легла в основу его теоретических трудов, которые не потеряли актуально и по сей день.

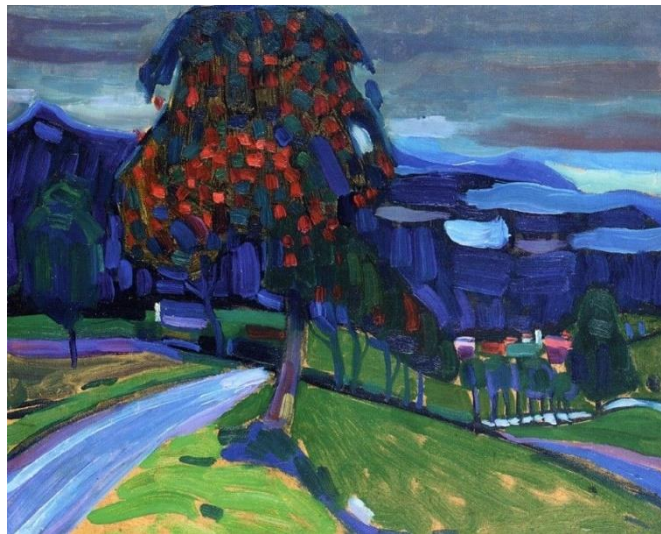


Рисунок 1 – В.В. Кандинский «Осень в Мурнау» 1908г.

Говоря о теоретических произведениях художника, стоит отметить два наиболее известных: «О духовном в искусстве», «Точка и линия на плоскости». Благодаря этим трудам сложилось четкое представление о творческой деятельности Кандинского.

В основе работ Василия Васильевича лежит *композиция*. Сам живописец давал следующее определение этого понятия: «**КОМПОЗИЦИЯ – это внутренне-целесообразное подчинение отдельных элементов и общего строения (конструкций) конкретной живописной цели**».

Первоэлементами по Кандинскому являются *линия* и *точка*. Самая же простая композиция может состоять только из одной точки, ведь именно этот элемент является основой всего, «связью молчания и речи». Точка помимо своей геометрической сути имеет и философское начало. Этот элемент лежит в основе бытия и является отправной точкой для творения. У точки может существовать множество конфигураций, ведь у неё нет четкой границы, она имеет место быть как маленький акцент или же как целая плоскость. В зависимости от различных интерпретаций даже один этот элемент на холсте допускает становление работы произведением искусства.

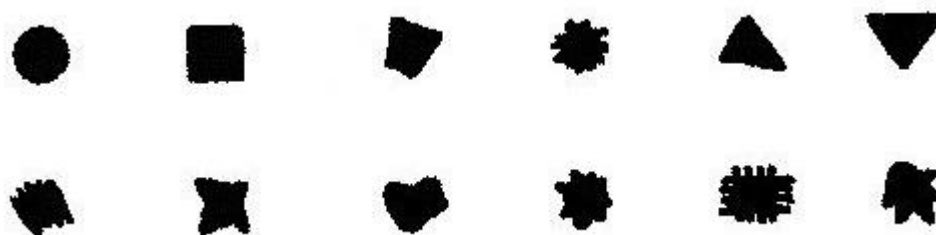


Рисунок 2 – Примеры форм точки

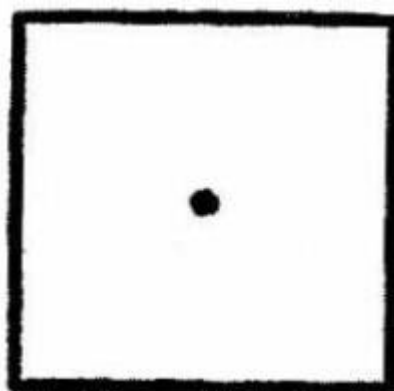


Рисунок 3 – Точка в пространстве

Точка также является выразительным акцентом, благодаря которому композиция может звучать совершенно по-другому, ведь предела её изменений не только по форме, но и по цвету не существует.

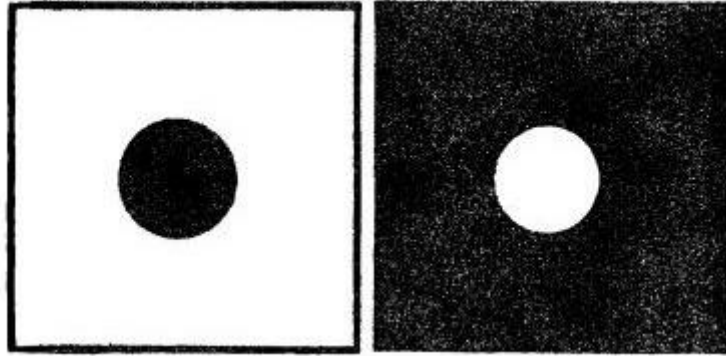


Рисунок 4 – Акцент. Изменение цвета

Выразительность точки можно повысить и благодаря другим параметрам: изменить её положение на плоскости, увеличить количество её повторений. Одинокая точка звучит в композиции монотонно, но благодаря добавлению похожих элементов, работа приобретает «двузвучие». Примером для яркого звучания точки является природное скопление звёзд, о котором рассуждает сам Кандинский.

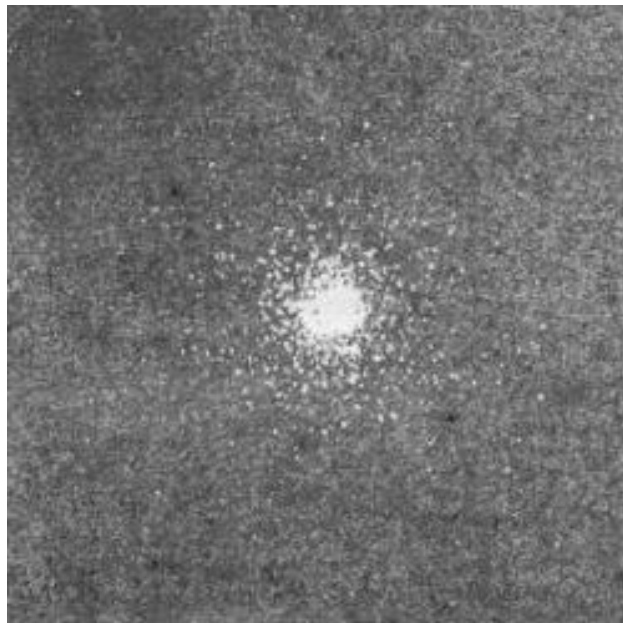


Рисунок 5 – Скопление звёзд в Геркулесе

Второй, не уступающий по важности элемент композиции, – линия. Василий Васильевич говорит о линии как о следе перемещающейся точки. Согласно его рассуждениям, когда на точку действуют внутренние силы, происходит разрастание точки из самой себя и превращает её в пятно, круг или новую плоскость. В том случае, когда на точку воздействуют внешние силы, и появляется линия. Благодаря линии композиция кардинально меняет свой облик.



Рисунок 6 – Взаимодействие линии и точки

Линия как и точка имеет свою философию. Благодаря линии можно увидеть в композиции образы покоя, напряжения или же борьбы.

Прямая линия - это результат воздействия одной силы в одном направлении. Ломаная же появляется от воздействия двух сил, а кривая от взаимодействия всех сил. По Кандинскому прямая воспринимается более «лирично», а кривая – «драматично».

Среди всех прямых Василий Васильевич выделяет *вертикаль*, *горизонталь* и *диагональ*. Именно эти прямые легче всего воспринимаются зрителем, что способствует лучшему пониманию простейших композиций. Вертикаль и горизонталь Кандинский причисляет к «немым линиям», чьё звучание сведено почти к нулю. В случае с диагоналями художник рас-

смаатривает их как «тепло-холодную» форму, которая в зависимости от положения на плоскости может быть уравновешена и неуравновешенна.

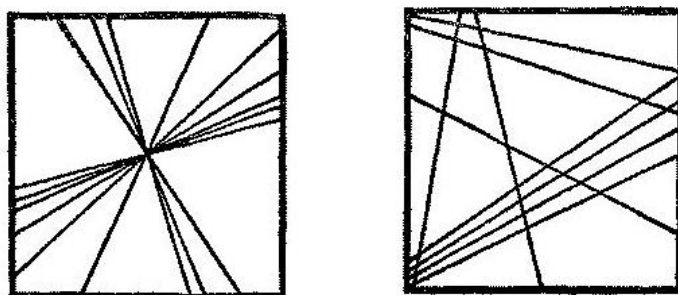


Рисунок 7 – Уравновешенны диагонали (слева). Неуравновешенные диагонали (справа)

Среди *ломанных* Кандинский выделяет линии с характерными углами 45° (острый угол, *агрессивный*), 90° (прямой угол, *объективный*), 135° (тупой угол, *пассивный*). Такие ломаные имеют большее напряжение, что хорошо читается в композициях, ведь такие линии захватывают довольно обширные пространства и помогают придать работе новое звучание.

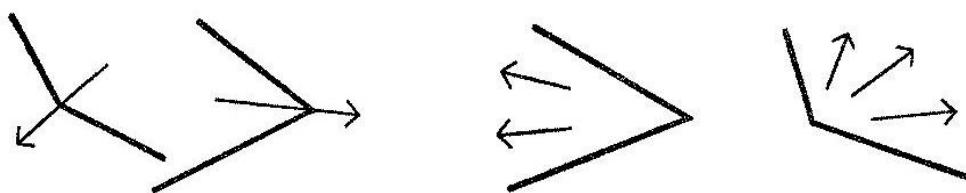


Рисунок 8 – Ломаные линии

Кривая, по видению художника, сильно отличается от всех линий. Она является полной противоположностью прямой, которая по своей сути имеет малый вес в композиции. Кривая – это зрелая, уверенная линия. Именно такая форма может дать начало стабильному и уравновешенному кругу.

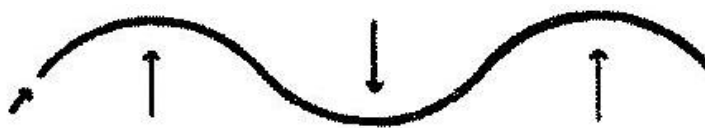


Рисунок 9 – Кривая, образованная под действием позитивного (вверх) и негативного (вниз) давлений

Также как и точка, линия повсеместно существует в природе. По философии Кандинского именно природные формы помогают лучше понять основные композиционные идеи.

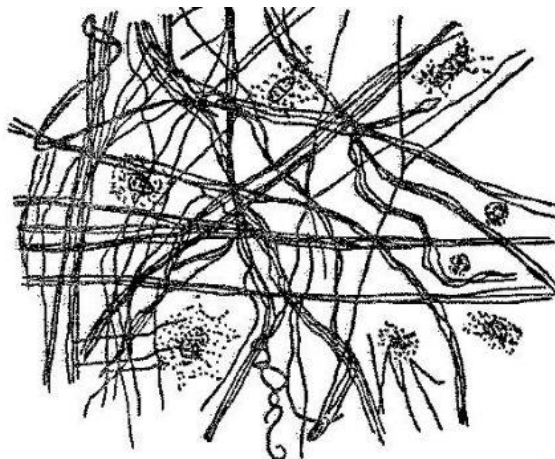


Рисунок 10 – «Свободная» связующая ткань у крысы

Список используемой литературы:

1. В.В. Кандинский. О духовном в искусстве. Москва. : Издательство «АСТ», 2022.
2. В.В. Кандинский. Точка и линия на плоскости[пер. с нем. Е. Козинной]. — Москва. : Издательство «АСТ», 2022.

УДК 631.619

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ И ОСВОЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

К.С. ФИРСОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра «Архитектура», группа АРХ-219, E-mail: kseniya.firsova@list.ru

О.Н. ЛЕГИНА – старший преподаватель, кафедра «Архитектура», Институт архитектуры, строительства и энергетики, E-mail: o_legina@mail.ru

Аннотация: В данной статье рассмотрена тема рекультивация нарушенных земель. Изучены причины образования нарушенных земель, комплекс рекультивационных работ, необходимый для восстановления компонентов природы на данных территориях, приведены примеры отечественного опыта рекультивации.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, загрязнение земель, комплекс работ, подготовительный этап, технический этап, биологический этап, разработка документации, рабочий проект, виды использования, рекультивационный режим, планировка, землевание.

В процессе антропогенной деятельности человека, особенно при функционировании техно-природных систем, образуются нарушенные земли, на которых сильно изменяются или совсем уничтожаются компоненты природы. Процесс целенаправленной деятельности человека по восстановлению геосистемы нарушенных земель называется рекультивацией (рисунок 1).



Рисунок 1 - Рекультивация нарушенных земель

На нарушенных землях может быть частично или полностью уничтожены растительный и почвенный покров, загрязнены грунты и, соответственно, подземные воды, нарушена местная гидрографическая сеть (малые реки, озера, ручьи, родники и т.д.).

В местах добычи полезных ископаемых сильно изменяется рельеф местности, образуются карьеры, выемки, внешние и внутренние отвалы, фрезерные поля (рисунок 2, 3). При подземных разработках случаются провалы и прогибы (рисунок 4).



Рисунок 2 - Фрезерные поля после добычи торфа



Рисунок 3 - Выемки и карьеры



Рисунок 4 - Провалы

В результате чрезвычайных ситуаций техногенного характера (аварии на нефте- и газопроводах, атомных реакторах) и во время военных действий происходит загрязнение земли и местных водных объектов токсическими веществами и опасными бактериологическими компонентами, вызывающими отравление биоты и ее вымирание в дальнейшем (рис. 5).



Рисунок 5 - Загрязненные земли

На территориях предприятий в процессе производства различных материалов и веществ образуются шлакоотвалы и шламонакопители. Рядом с городами вырастают свалки твердых бытовых отходов (ТБО) (рисунок 6).

Во время строительства крупных надземных и подземных объектов происходит изменение геосистемы местности. Из-за нарушения функционирования гидрографической сети данной территории, некоторые участки затапливаются, подтапливаются, подвергаются эрозионным процессам (рисунок 7).



Рисунок 6 - Свалки



Рисунок 7 - Строительные работы

Сельскохозяйственное использование также наносит определенный вред земле. Территории засаливаются, эродированы и становятся малопродуктивными из-за избыточного содержания пестицидов, дефолиантов и удобрений (рисунок 8).



Рисунок 8 - Загрязнение пестицидами

Процесс рекультивации выполняют в следующей последовательности: подготовительный этап, технический этап и биологический этап. Для выбора способов и методов рекультивации нарушенной земли необходимо провести предпроектные исследования, направленные на изучение трансформаций, произошедших в геосистемах конкретного участка. Одновременно определяется назначение рекультивируемой территории для дальнейшего использования. Для этого анализируются социально-

экономические, природные и технологические условия местности. В случае необходимости территория делится на несколько участков в зависимости от назначения и для каждого из них выбирается свой способ рекультивации. Для каждого случая разрабатывают специальные инженерные сооружения для оптимальной работы будущей геосистемы. Это подготовительный этап рекультивации, в который также входит подготовка инвестиционного обоснования выбранных мероприятий по рекультивации нарушенных земель, и разрабатывается рабочая документация (рисунок 9).



Рисунок 9 - Осмотр нарушенных земель

Во время технического этапа проводятся все инженерно-технические работы: монтируются инженерные сооружения, укрепляются откосы и т.п. (рисунок 10).



Рисунок 10 - Восстановление нарушенных земель

Завершает рекультивацию биологический этап, на котором осуществляют биологическую очистку почв, проводятся агломелиоративные и фиторекультивационные мероприятия для восстановления процессов почвообразования, высаживаются травы, деревья и кустарники (рисунок 11).



Рисунок 11 - Озеленение и лесное строительство

Отечественный опыт имеет много примеров рекультивации нарушенных земель. Один из них рекультивация свалки бытовых отходов на площади 2,3 гектара в микрорайоне Оргтруд города Владимира, недействующей с 1998 года (рисунок 12). Мероприятие проводилось в рамках нацпроекта «Экология».



Рисунок 12 - Свалка в микрорайоне Оргтруд (начало работ)

Отходы на свалке в Оргтруде снизу и сверху изолировали материалом бентомат для безопасности окружающей среды от вредного воздействия отходов. Сверху конструкцию засыпали грунтом и засеяли семенами трав (рисунок 13).



Рисунок 13 - Завершающий этап рекультивации свалки в Оргтруде

Другой пример – мусорный полигон «Ядрово» в Волоколамске. Была произведена перепланировка тела полигона, устроен верхний защитный экран, построены комплекс зданий и сооружений инженерных сетей для осуществления сбора и обезвреживания свалочного газа, сбора и отведения фильтрата, осуществлено озеленение территории (рисунок 14).



Рисунок 14 - Рекультивация мусорного полигона «Ядрово» Волоколамск

Еще один пример рекультивации свалок ТБО – мусорный полигон в Часцах в Подмосковье, огромный курган высотой в 42 метра, который заметен всем проезжающим по Можайскому шоссе. С 1974 по 2014 год здесь накопилось более трех миллионов кубометров мусора. Полигон много лет не принимал мусор, но все равно продолжал оставаться объектом повышенной опасности (рис.15).



Рисунок 15 - Мусорный полигон в Часцах, Подмосковье

Было сформировано тело полигона наружной конфигурации, по периметру построена подпорная бетонная стена для защиты от затопления осадками. Смонтированы установки систем дегазации, сбора и отведения фильтрата. Тело полигона накрыли верхним защитным экраном, для которого использован специальный геосинтетический материал. Его задача – не только защитить полигон от проникновения осадков, но и удержать на себе плодородный грунт, который позволил бы завершить рекультивацию высадкой газонной травы.

На данном полигоне используют устройства для сжигания свалочного газа. Сточные воды полигона фильтруются системами обратного осмоса. В ходе их работы вода очищается, но при этом образуется фильтрат – загрязненная вода, для очистки которой требуются иные технологии. Фильтрат для утилизации увозится цистернами на Люберецкие очистные сооружения. По окончании рекультивации полигона ТКО «Часцы» негативное воздействие полигона на реку Бутынь и окружающую среду должно минимализироваться (рисунок 16).



Рисунок 16 - Ход работ на мусорном полигоне в Часцах

Далее приводится пример рекультивации земель, загрязненных отходами при производстве. В городе Карабаш Челябинской области осуществляется рекультивация сразу нескольких участков, загрязненных в результате работы обогатительной фабрики бывшего Карабашского медеплавильного комбината, действующей с начала 20 века. Главный объект, который представляет собой опасность и который загрязняет окружающую среду, это хвостохранилища. До настоящего времени это были неорганизованные склады отходов обогащения медно-колчеданной руды. Из-за естественного стока и выветривания хвостохранилища долгие годы являлись источником загрязнения воздуха, почвы и природных водных объектов в Карабашском городском округе (рисунок 17).



Рисунок 17 - Загрязненный участок в городе Карабаш Челябинской области

В первую очередь необходимо произвести рекультивацию именно хвостохранилищ, так как они являются источником загрязнения. Проект рекультивации хвостохранилища включает в себя выравнивание поверхности, экранирование и укрепление откосов, а затем нанесение плодородного слоя почвы. На биологическом этапе рекультивации покрытую плодородным слоем почвы территорию хвостохранилища засеют многолетними травами. Вслед за этим начнется рекультивация природных объектов, загрязненных стоками с хвостохранилищ. Общая площадь восстановления превысит 45 гектаров.

Целью рекультивации является восстановление продуктивности нарушенных земель и граничащих с ними других природных объектов. При рекультивации конкретного объекта необходимо предусматривать индивидуальный подход в поиске наиболее эффективных способов оптимизации измененных геосистем с целью превращения их в культурные ландшафты.

Список используемой литературы:

1. Зеньков, Игорь Владимирович. Технологии рекультивации земель и формирования архитектуры техногенных ландшафтов для предприятий горнодобывающей промышленности с открытыми горными работами: монография / И. В. Зеньков. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. - 800 с.
2. Кара-баш очистят от накопленного экологического вреда //www.kp.ru/daily/28296.5/4435113/ (дата обращения 08.03.2023)
3. Рекультивация земель: учебное пособие / И. С. Миннихметов, М. Г. Ишбулатов, Б. С. Мурзабулатов, А. В. Комиссаров. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2021. – 135 с.

4. Под Владимиром завершили рекультивацию //zebra-tv.ru/novosti/vlast/pod-vladimirom-zavershili-rekultivatsiyu-kрупnou-musornou-svalki/ (дата обращения 03.03.2023)
5. Рекультивация полигона «Ядрово» //360tv.ru/news/mosobl/rekultivatsija-poligona-jadrovo-v-volokolamske-zavershitsja-k-kontsu-goda/ (дата обращения 04.03.2023)
6. Уроки и опыт рекультивации //odinweek.ru/2022/06/15/uroki-i-opyt-rekultivacii-musornogo-poligona-v-chasax/ (дата обращения 07.04.2023)

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 69.059

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

И.Н. РОГОВ - студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-119, E-mail: rogov7447@gmail.com

А.С. СЕМЕНОВ - доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительного производства, E-mail: semenovalex@mail.ru

Аннотация: в статье рассмотрены основные решения, совокупность которых позволяет повысить энергетическую эффективность промышленных зданий и сооружений при их капитальном ремонте или реконструкции.

Ключевые слова: энергоэффективность, промышленные здания и сооружения, проектные решения.

В настоящее время имеется значительная часть производственных зданий, которые не соответствуют современным требованиям по энергетической эффективности, что проявляется значительным перерасходом электрической и тепловой энергии в процессе их эксплуатации. Повышенное потребление энергетических ресурсов приводит к увеличению себестоимости выпускаемой продукции, что негативно сказывается на ее конкурентоспособности. Для повышения энергоэффективности промышленных предприятий требуется капитальный ремонт, реконструкция или новое строительство на месте объектов, которые подлежат сносу.

Энергетическая эффективность промышленных зданий и сооружений складывается из архитектурно-планировочных, конструктивных, тех-

нологических и инженерно-технических решений, что требует системного подхода.

Архитектурно-планировочные, конструктивные, технологические и инженерно-технические решения как подсистемы связаны между собой и окружающей средой. Их совокупность обеспечивает максимальную энергетическую эффективность здания в целом.

Отличительной особенностью проектирования производственных зданий относительно гражданских зданий является учет технологических особенностей производства и пригодность объекта для расширения производства. Объемно-планировочные и конструктивные решения при проектировании производственных зданий принимаются исходя из технологических решений.

На первый план выходит сокращение энергетических затрат, связанных с производством продукции.

Рассмотрим примеры реализации отдельных решений по обеспечению энергетической эффективности промышленных предприятий на конкретных объектах.

В здании завода "ГАЗ" в г. Нижний Новгород применены светоаэрационные фонари и сплошное остекление боковых ограждающих конструкций которые обеспечивают освещенность рабочих мест с минимальным применением искусственного освещения.

Применение второго света для создания дополнительного освещения по всему производственному корпусу было одним из приемов, который применялся ранее в архитектуре промышленных зданий. В настоящее время возможен возврат к применению верхнего освещения. Кроме того, применение светоаэрационных фонарей позволяет обеспечить аэрацию.

Здание по производству медицинских препаратов в п. Изварино Московской области предусматривает горизонтальное размещение техно-

логических процессов, что потребовало предусмотреть одноэтажный корпус большой протяженности [1].



Рисунок 1 - Внешний вид здания завода ГАЗ, г. Нижний Новгород



Рисунок 2 - Инструментальный цех завода ГАЗ, г. Нижний Новгород



Рисунок 3 - Здание по производству медицинских препаратов
в п. Изварино Московской области

Здание по производству лекарственных препаратов на водной основе в г. Москве представляет собой многоэтажное здание с вертикальным размещением технологических процессов. Для данного объекта характерно наличие низкого показателя соотношения площади ограждающих конструкций к объему [1].



Рисунок 4 - Завод по производству лекарственных препаратов на водной основе
в г. Москве

Рациональное расположение бытовых помещений в структуре производственных зданий позволяет оптимизировать затраты на отопление помещений.



Рисунок 5 - Встроенные административно-бытовые помещения

Возможные излишние выделения технологического тепла в производственных помещениях могут быть использованы для дополнительного обогрева холодных участков и зон. Для реализации такого подхода требуется установка утилизаторов технологического тепла и оазисов.

К основным архитектурно-планировочным решениям, которые позволяют повысить энергоэффективность производственных зданий и сооружений, следует отнести увеличение площади остекления за счет устройства зенитных фонарей, сплошное остекления фасадов, взаимное расположение производственных и вспомогательных помещений.

К основным конструктивным решениям, которые позволяют повысить энергоэффективность производственных зданий и сооружений, необходимо отнести дополнительную теплоизоляцию наружных ограждающих конструкций (наружных стен, крыши), замену светопрозрачных конструкций на современные изделия со стеклопакетами.

К основным инженерно-техническим решениям, которые позволяют повысить энергоэффективность производственных зданий и сооружений, следует отнести использование систем вентиляции с рекуперацией, максимально возможное использование естественной вентиляции, использова-

ние дождевой воды в системах охлаждения и для технических нужд, использование избыточного технологического тепла.

Таким образом, рассмотрены решения, совокупность которых позволяет повысить энергетическую эффективность промышленных зданий при их капитальном ремонте или реконструкции.

Рынок строительных материалов развивается достаточно активно, но выбор строительного материала должен основываться исходя из рациональных проектных решений.

Снижение энергетических затрат на промышленных зданиях и сооружениях окажет положительный эффект на себестоимость выпускаемой продукции и ее конкурентоспособность.

Список используемой литературы:

1. Гранев В.В. Энергоэффективные производственные здания // Энергосбережение, №6, 2002. – С. 60-63.
2. Меркушев К.А. Тенденции развития архитектуры энергоэффективных промышленных зданий // Архитектура, градостроительство и дизайн, № 28, 202. – С. 40-46.
3. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.
4. Фисенко А.А., Бассе М.Е. Энергоэффективность промышленной архитектуры: современная теория и практика // АМІТ, № 2 (23), 2013. – С. 2-

12

КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

УДК 628.972

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

М.В. КАЛИНИЧЕНКО – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-221, E-mail: mrg.ka@yandex.ru

Т.Н. ЯШКОВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: yashkova.tn@yandex.ru

Аннотация: Статья посвящена энергии, получаемой из природных ресурсов, рассмотрены возобновляемые источники энергии, описаны принципы их работы и влияние на экологию окружающей среды. Приведены примеры традиционных и нетрадиционных источников энергии.

Ключевые слова: энергетика, энергосбережение, возобновляемые источники энергии, производство электроэнергии.

Возобновляемые источники энергии имеют неограниченные ресурсы, основанные на естественных процессах. Сегодня по этим технологиям производится не менее 20% электроэнергии в мире.

Возобновляемые источники энергии – это природные ресурсы, которые существуют в биосфере Земли и постоянно пополняются за счет солнечной энергии и природных процессов. Они отличаются от невозобновляемых источников энергии тем, что не являются результатом деятельности человека.

Использование возобновляемых источников не дает дополнительных энергетических нагрузок и не приводит к повышению глобальных температур. Основные преимущества возобновляемой энергии – неисчерпае-

мость и экологичность. Согласно определению, данному ООН, к возобновляемым источникам энергии относятся:

- солнце;
- ветер;
- морские и океанские приливы и волны;
- подземные горячие ключи;
- гидроэнергетические ресурсы рек;
- продукты биомассы.

К традиционным источникам энергии относятся:

- гидроэлектростанции;
- традиционные способы сжигания продуктов биомассы;
- геотермальные ключи.

К нетрадиционным источникам энергии относятся:

- солнечные станции электрической и тепловой энергии;
- ветрогенераторы;
- электростанции, использующие в работе энергию морских волн, течений, приливов и океана.

Солнце является основным и альтернативным источником всей жизнедеятельности на Земле. Возобновляемая энергия может преобразовываться в электричество или тепло бесконечно.



Рисунок 1 - Крупнейшая солнечная электростанция в Калифорнии

Фотоэлектрические электростанции используют фотоэлектрические коллекторы и преобразователи для выработки электроэнергии.

С каждым годом количество станций увеличивается. Оборудование и дизайн станции просты в установке и ремонте.

К возобновляемым источникам энергии относятся различные гидроэлектростанции. Такие сооружения используют скрытую энергию потока воды.

Гидроэлектростанции обычно строят на реках. Строятся мощные дамбы и большие водохранилища для создания необходимого напора воды.

Гидроэлектростанции эффективны в снабжении электроэнергией горных районов в качестве возобновляемых источников энергии. Они есть в Швейцарии и России. Доля гидроресурсов в общемировом объеме производимой энергии составляет примерно 3%. В Канаде, Исландии и Китае основной объем электроэнергии производится гидроэлектростанциями.



Рисунок 2 - Красноярская гидроэлектростанция

В нашей стране строительство ГЭС всегда считалось прибыльным направлением. В настоящее время гидроэлектростанции вырабатывают 6% электроэнергии страны.

Особым видом гидроэнергетики являются приливные электростанции, в основе работы которых лежит использование энергии волн. Их

строят на берегах, где уровень воды в морях и реках меняется каждый день под действием гравитационных сил Солнца и Луны. Устье залива или реки огорожено плотиной. Гидроагрегат со встроенными в него большими лопастями и доска для серфинга преобразуют мощность в электричество.



Рисунок 3 - Приливная гидроэлектростанция

Этот вид извлечения энергии очень экологичен и малозатратен. Но само строительство обходится довольно дорого. Кроме того, изменение мощности не позволяет подавать электроэнергию в стабильном режиме. Однако станции ценятся за их высокую эффективность и низкое воздействие на окружающую среду.

Огромный потенциал представляет собой волновая энергия. Подсчитано, что удельная энергия колебаний морских и океанских волн значи-

тельно выше, чем у солнца и ветра и составляет примерно 30 % всей электроэнергии на Земле.



Рисунок 4 - Волновая гидроэлектростанция

Работа волновых электростанций основана на преобразовании потенциальной энергии волн в электрическую энергию. Выбор конструкции таких сооружений для получения электроэнергии зависит от географических и природно-климатических особенностей региона.

В гидроэнергетике постоянно изобретаются новые способы использования силы мирового океана. Например, в настоящее время разрабатываются технологии использования океанских течений в энергии и температурных перепадах на разных глубинах.

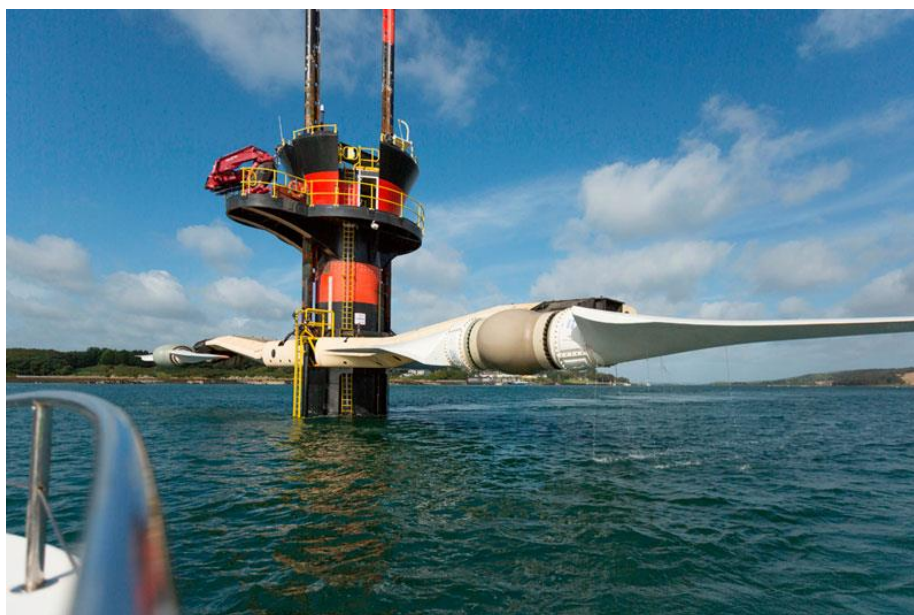


Рисунок 5 - Роторная система Seagen, расположенная у побережья Ирландии

Электричество можно получить, используя разницу температур поверхностных и глубинных слоев моря или океана. Разница температуры воды в верхнем слое и на глубине 400 м составляет 12 градусов. В настоящее время преобразование разницы температур в электрическую энергию осуществляется на основе пьезоэффекта.

Ветер — старый, хорошо проверенный источник возобновляемой энергии. Его использование в ветряных мельницах и парусниках хорошо известно.

Энергия ветра специализируется на преобразовании энергии ветра в механическую, тепловую и электрическую формы энергии. Сегодня ветрогенераторы бывают различной мощности, в зависимости от площади, покрываемой лопастями турбины.

Ветрогенераторы удобно устанавливать на берегу или в открытом море, чтобы эффективнее ловить мощные потоки воздуха. В нескольких километрах от берега на сваях строятся целые ветряные электростанции, которым почти не требуется традиционное топливо.



Рисунок 6 - Ветроэлектростанция в открытом море

Существенным недостатком этого вида производства электроэнергии являются более высокие затраты, чем затраты на угольную энергетику, и необходимость отведения большого количества земли под ветроустановки. Также при работе работающие турбины издают сильный ревущий шум.

Вырабатываемая ветрогенераторами и солнечными электростанциями энергия позволяет решить проблемы электроснабжения отдаленных и труднодоступных территорий Севера. Учитывая экологичность этих видов энергии, они могут быть востребованы в густонаселенных районах с плохой экологической обстановкой.

К возобновляемым источникам энергии также относятся геотермальные ресурсы. На Земле есть места, где горячая вода течет под землей, и ее тепловая энергия используется как возобновляемая энергия. Специализированные геотермальные электростанции строятся в районах вулканического происхождения.

Такие электростанции более экологичны, чем обычные тепловые электростанции.



Рисунок 7 - Геотермальная электростанция на Камчатке

Электроэнергия, выработанная из тепловой энергии Земли, может быть использована для организации горячего водоснабжения, обогрева зданий различного назначения, обеспечения различных технологических процессов.

В России источники энергии, использующие природные геотермальные ресурсы, имеют большой потенциал, который эксперты оценивают в 100 млн тонн условного топлива в год. Есть возможность построить соответствующие станции на Курилах, Сахалине и Камчатке.

Существует три способа получения тепла при использовании биомассы: сжигание ее продуктов, ферментация биомассы, выделение из нее спиртов и газов в виде энергоносителей.

Биоэнергетическая промышленность специализируется на производстве энергии из биопродуктов. Этот вид топлива получают при переработке биологических отходов.



Рисунок 8 - Завод по производству биодизельного топлива из растительного масла

В последние годы человечество полностью осознало необходимость более активного использования возобновляемых источников энергии.

В настоящее время мировой потенциал возобновляемых источников энергии оценивается в 20 млрд. у.т. в год. В мире существует большое количество проектов по использованию возобновляемых источников энергии, часть из них успешно реализуется.

Список используемой литературы:

1. Берковский, Б. М. Возобновляемые источники энергии на службе человека / Б.М. Берковский, В.А. Кузьминов. - М.: Наука, 2021. - 128 с
2. Возобновляемая энергетика/ В.В. Елистратов. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2016.- 421с.
3. "Энергосовет". Портал по энергосбережению и энергоэффективности. Каталог энергосберегающих технологий. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] - <http://www.energsovet.ru/entech.php?id=20>.

УДК 628.974.8

АРХИТЕКТУРНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ВО ВЛАДИМИРЕ

А.А. ВОРОНИНА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетике, группа С-421, E-mail: voroninaarina8@gmail.com

Т.Н. ЯШКОВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетике, кафедра строительных конструкций, E-mail: yashkova.tn@yandex.ru

Аннотация: Статья посвящена архитектурному освещению города Владимира. Рассмотрены задачи, возможности, средства и способы архитектурной подсветки. В представленной статье рассматриваются особенности архитектурного освещения зданий и сооружений города Владимира. Приведены примеры удачной подсветки и обращено внимание на недостатки в архитектурном освещении отдельных объектов города.

Ключевые слова: архитектурное освещение и подсветка зданий, дизайн, фасадное освещение.

Архитектурная подсветка зданий все больше становится необходимым элементом при проектировании современных сооружений. Прежде всего, это относится к зданиям исторического и культурного наследия, торговым и бизнес-центрам, банкам, офисным зданиям, автосалонам, выставочным и развлекательным комплексам.

Основной целью архитектурного освещения является достаточная передача светом главных элементов исторических памятников и иных значимых построек в ночное время суток.

Существует множество определений архитектурной освещенности. Так, Бурова Т.Ю. отмечает, что «Архитектурное освещение – одно из направлений светового дизайна» [2, с.4]. С этой точкой зрения нельзя не согласиться, что освещение дает хорошую видимость объекта издалека, подчеркивает его форму и оригинальную архитектуру. Не оставим без внимания и такого автора, как Лесная О.И. В её понимании «искусственное освещение – это творение человека» [3, с.56]. И правда, искусственный свет по своей натуре полностью рукотворен и управляем, с его помощью можно преобразить объект до неузнаваемости, сделать красочным, ярким.

Освещение является одним из способов индивидуализации зданий и сооружений. Днем различные архитектурные детали зданий воспринимаются в соответствии с замыслом архитектора, однако архитектурные элементы, хорошо читаемые при солнечном свете, "теряются" с наступлением темноты. Средствами архитектурной подсветки можно не только воссоздать архитектурный облик здания, но и придать ему гораздо более яркий и выразительный образ.

В процессе постановки света происходит преобразование здания, раскрытие его оригинальных форм и силуэтов, а также иных значимых элементов в архитектурном освещении, составляющих необходимую основу для формирования постройки.

При проектировании архитектурной подсветки у дизайнеров появляются возможности при помощи правильной иллюминации выделить архитектурные особенности здания и скрыть его недостатки.

Выделяют несколько способов организации подсветки здания в ночное время:

1. Заливающая подсветка. Используется для освещения фасадов по всей высоте. Пользуется особой популярностью при создании иллюминации в общественных зданиях.

2. Общая фасадная подсветка. Такая подсветка часто используется для того, чтобы подчеркнуть дизайн и имидж строения. В этом случае должны выделяться главные детали строения.

3. Создание скрытой подсветки. Этот метод украшения включает в себя практически полное отсутствие функционального освещения. Метод необходим для создания красивого светового изображения.

Для города Владимира, как для одного из главных городов Золотого Кольца нашей страны разработаны световой мастер-план и проект фасадного и уличного освещения.

При подготовке в 2022 году к Всероссийскому конкурсу лучших проектов туристского кода для города Владимира был разработан проект уличного и фасадного художественного освещения. Главной целью проекта является создание единой световой концепции с выделением градоформирующих доминант и достопримечательностей, а также деликатное оформление светом улиц и пешеходных маршрутов. Город Владимир богат объектами культурного наследия, часть из которых находится под охраной ЮНЕСКО: белокаменные Успенский и Дмитриевский соборы, Золотые Ворота города. Владимир - город с глубочайшей историей. Вся архитектура города, его древние каменные постройки, старинные церкви поражают своей красотой, величием и фундаментальностью. И задача спе-

циалистов по свету не только подчеркнуть достояние такого города, но и подарить старинным улицам новое, художественное, вечернее восприятие.

При разработке подобных проектов подбору способа освещения, осветительных приборов и цветовой гаммы для различных объектов предшествуют детальные изыскательские работы, исследования территории города, кропотливая работа в архивах и изучение исторических архитектурных справок.

Владимир уникален по своей архитектуре, расположению и историческим событиям, связанным с этим городом. Он захватывает, поражает и располагает к себе своими видами и атмосферой.

Одной из главных особенностей города Владимира является зодчество Руси. Однако город не застыл в древней белокаменной архитектуре, он постоянно развивается, стремится к прогрессу и идет в ногу со временем. В городе развивается бизнес, учебные заведения и инфраструктура города.

В настоящее время сложно представить город без архитектурного освещения. Примером, конечно, может служить архитектурное освещение исторических памятников, культовых объектов, торговых центров и других городских доминант, которые являются визитными карточками Владимира.



Рисунок 1 - Старый исторический корпус больницы скорой помощи



Рисунок 2 – Водонапорная башня



Рисунок 3 – Здание областной администрации



Рисунок 4 - Церковь святого Розария Пресвятой Девы Марии на улице Гоголя

Рассмотрим исторические объекты города Владимир, являющиеся жемчужинами туристического маршрута Золотое Кольцо. В городе множество архитектурных построек. Главной проблемой архитектурного освещения в городе Владимир является недостаток подсветки для некоторых сооружений. Для того, чтобы сделать правильную концепцию при проектировании, нужно учитывать многие факторы, такие как выбор мощности светильника, выбор оптической системы.

Одной из известных архитектурных и исторических построек во Владимире являются знаменитые Золотые Ворота – символ столицы 33 региона. Они являются главной достопримечательностью города Владимир, и по сути должны иметь очень хорошую архитектурную освещенность. Но к сожалению, уже несколько месяцев памятник древнерусской архитектуры времен Андрея Боголюбского в ночное время почти полностью погружен во мрак. Это связано с реконструкцией объекта. В настоящее время подсвечивается только верхняя часть восточного фасада и арка.

Но Золотые ворота не являются единственной достопримечательностью, которая плохо освещается. Весьма скромным является освещение таких сооружений, как Дмитриевский собор, Успенский Княгинин монастырь, Успенский собор.

Архитектурное освещение в городе Владимире должно быть такое, чтобы и у горожан, и у туристов, приезжающих из разных уголков земного шара появлялся интерес не только к историческим объектам, но и к истории нашей земли.

И стоит отметить, что архитектурное освещение очень интересный вид искусства. Для того чтобы передавать красоту здания в ночное время нужно учесть множество нюансов. Ведь благодаря свету можно, как подчеркнуть неповторимость или красиво преобразить постройку, так и изме-

нить до неузнаваемости или вовсе испортить особенности уникальной архитектуры.

Список используемой литературы:

1. НИИСФ РААСН СП 52.13330.2016 [Электронный ресурс], <https://kola.rosavtodor.gov.ru/storage/app/media/kola/uploaded-files/08-16-sp-52133302016-estestvennoe-i-iskusstvennoe-osveshchenie-aktualizirovannaya-redaktsiya-snip-23-05-95-1.pdf>
2. Бурова, Т.Ю. Архитектурное освещение: учебно-методическое пособие / Т.Ю. Бурова – Казань: КГАСУ, 2018. – 48 с.
3. Лесная, О.И. Декоративно-художественное освещение архитектурной среды: учебное пособие / О.И. Лесная - Харьков: ХНАГХ, 2008. – 284 с.

УДК 534.84

АКУСТИКА ЦЕРКВЕЙ

Е.А.РАДАЕВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-421, E-mail: katzradaeva@mai.ru

Т.Н. ЯШКОВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: yashkova.tn@yandex.ru

Аннотация: В представленной статье рассматриваются особенности архитектурной акустики церквей. Рассмотрена зависимость акустики церкви от соотношения геометрических размеров помещения, его объема и формы. Рассмотрены архитектурные и строительные приемы старых мастеров,

способствующие созданию звуковой гармонии. Приведены примеры использования акустических систем в храмах.

Ключевые слова: архитектурная акустика, акустика церквей, акустические системы.

Архитектурная акустика – это наука, изучающая законы распространения звуковых волн в закрытых (открытых, разомкнутых) помещениях, отражение и поглощение звука поверхностями, влияние отраженных волн на речевой и музыкальный резонанс, методы управления составом звукового поля, особенности внутреннего звучания.

Корни архитектурной акустики уходят в глубокую старину. Архитекторы древних цивилизаций смогли постичь законы распространения звука, которые играли центральную роль в строительстве культовых сооружений, поражающих воображение верующих.

Им удавалось строить невероятные объекты с такой поразительной акустикой, что даже современники удивляются звучанию «Камеры царя» Великой пирамиды Гизы, поющих храмов Индии и многих других древних памятников архитектуры.

Звуки в храме распространяются по-особенному: в старинных соборах каждый шаг отдается эхом, а песнопения как бы парят под сводами, отражаясь от купола и стен, создавая наложения и отголоски. Эхо в храме придает звуку особую окраску и создает звуковое пространство, отделяющее молящихся от внешнего мира.

В храмах и церквях очень важно, чтобы речь и песнопения слышались отчётливо, а каждое слово было разборчиво.

Архитектура церквей, их форма, расположение стен и сводчатый потолок должны способствовать гармонии звука. При возведении древних

русских церквей строители нередко пренебрегали симметрией и эстетическими требованиями, чтобы улучшить акустику.

При создании церкви зодчими учитывались, как правило, несколько факторов:

- расположение и форма куполов;
- размеры и форма алтарной конхи и других сводов;
- материал и отделка стен;
- конструкция иконостаса;
- расположение голосников-резонаторов.

Хорошим акустическим свойствам храмов способствует их куполообразная форма. Купол обладает свойством собирать рассеянные звуковые волны, концентрировать их и затем отражать вниз, при этом у присутствующих создается впечатление, что пение хора изливается сверху вниз. Акустические свойства купола зависят от его конструктивных особенностей: формы кривизны поверхности, соотношения высоты и ширины, наличия на его поверхности рассеивающих деталей и т.п. Высокий и широкий купол усиливает низкие частоты, и пение басов приобретает особую насыщенность.

Самые древние русские церкви имели всего один купол. Столетия понадобились русским церковным архитекторам на создание звуковой гармонии в храмовом пространстве. Для возведения русских храмов часто привлекались европейские архитекторы, которые уделяли большое внимание симметрии храма и часто видели в куполах лишний декоративный элемент в связи с чем, не все церкви отличаются хорошей акустикой.

Одним из ключевых требований к хорошей акустике храма является достаточное время реверберации. Оптимальное время реверберации храма зависит от его объема воздуха, общей площади внутренней поверхности, общей эквивалентной площади звукопоглощения, материалов конструк-

ций, наличия элементов убранства храма, вызывающих дополнительное поглощение звуков.

В качестве материала стен использовали камень, кирпич, дерево. Важное значение имела внутренняя отделка. Например, применяли украшенный резьбой мрамор. Наличие резных элементов благотворно сказывается на акустике церкви, поскольку они обладают свойством устранять «порхающее» эхо и нежелательные резонансы. Внутренняя часть каменных стен церковью покрывалась известковым раствором. На штукатурку наносились рисунки. Мелкие неровности стен и пористый раствор способствовали отражению звуковых волн под разными углами, делая звук мягким, рассеянным и насыщенным.

Существенную роль для акустики играют своды храма, и в частности алтарная конха (свод алтаря). Своды направляют звук внутрь храма. Также для хорошего звука нужен иконостас. Здесь для хорошей акустики важны материал и форма иконостаса.

Последние десятилетия стали временем возрождения церковной жизни, что повлекло за собой реставрацию многих древних церквей и возведение новых храмов.

Однако, не все современные церкви могут похвастаться хорошей акустикой. Часто причинами являются нехватка средств, строительных материалов и отсутствие навыков строителей и реставраторов.

Проблема плохой акустики весьма актуальна, поэтому всё чаще в храмах используют системы звукоусиления.

В настоящее время основными нормативными документами для проектирования акустики являются: СП 391.1325800.2017 ХРАМЫ ПРАВОСЛАВНЫЕ Правила проектирования, СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009

Основные размеры храма должны удовлетворять требованиям СП 31-103-99 «Здания, сооружения и комплексы православных храмов» и канонической традиции.

Сегодня для создания акустического проекта храма имеются широкие возможности составления его компьютерной модели, учитывающей архитектурные формы и объемы, строительные и отделочные материалы, расположение источников звука, перемещение духовенства и певчих во время богослужения. Затем подбирается оборудование, устанавливается и подключается техника, производится ее наладка, при необходимости выполняется корректировка проекта. Арсенал технических средств постоянно пополняется.

При строительстве нового собора Новомучеников и Исповедников Церкви Русской в Сретенском монастыре в Москве уже на стадии проектирования был применен ряд самых современных технологий для обеспечения равномерного и адекватного акустического распределения звука не только в новом соборе, но и во всем монастыре.

Звукорежиссеры и проектировщики должны понимать структуру богослужения и церкви. Только тогда правильно подобранное и установленное звуковое оборудование сможет гармонично усилить и прояснить все оттенки песнопения и речи, преодолеть препятствия на пути к пониманию и проникновению в суть богослужения.

В старинных церквях звуки распространяются не совсем обычно. Храмовая акустика не похожа ни на театральную, ни на концертную. Эффект храмовой акустики возникает при наличии голосников – сосудов-резонаторов. Голосники применялись со времен античности. Бронзовые или керамические сосуды вмуровывались в западной и центральной части храмового помещения в кладке стен или сводов и открывались в храм своими круглыми отверстиями. Голосники играли роль резонаторов, усиливая

отдельные звуковые частоты певческого голоса. Также использовались голосники, предназначенные для поглощения звуковых волн, негативно влияющих на общую акустику.

Голосники имеются в Исаакиевском соборе Санкт-Петербурга, но несмотря на это, в соборе применяются акустические системы. Подобная аппаратура используется и в московском храме Христа Спасителя. Еще одним примером использования голосников может служить храм Василия Блаженного на Красной Площади.

При реставрационных работах голосники были найдены во многих храмах на территории современной России, Белоруссии и Украины.

Список используемой литературы:

1. Здания, сооружения и комплексы православных храмов СП 31-103-99
2. Архитектурная физика: учеб. пособие / Л.Н. Петрянина, О.Л. Викторова, М.А. Дерина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 144 с.
3. Архитектурная и строительная акустика, Учебное пособие, Богатина А.Ю., Моргун В.Н., Ревякин А.А. — Ростов н/Д.: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2010. — 220 с.

УДК 699.844

КОНСТРУКЦИИ ШУМОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТЕКЛОПАКЕТОВ И ОКОН

С.А. ЛЕВИЦКАЯ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-221, E-mail: sili_way.200475@mail.ru

Т.Н. ЯШКОВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: yashkova.tn@yandex.ru

Аннотация: В современном мире шум преследует человека повсюду, уменьшая комфорт жилой и рабочей среды. Одним из способов защиты от шума являются оконные конструкции. В статье рассматриваются конструктивные решения оконных блоков и технологии увеличения их звукоизоляционных характеристик.

Ключевые слова: звукоизоляция помещений, конструкции оконных блоков, шумоизоляционные стеклопакеты.

Шум, поступающий в помещения, не только приносит неудобства, но и является одним из вредных для человека явлений. Одним из способов защиты от уличного шума являются современные окна.

Допустимый уровень звукоизоляции в помещениях зависит от типа остекления оконных проемов. В бюджетные оконные блоки из ПВХ профиля, обычно устанавливают однокамерные стеклопакеты, в которых стекла имеют одинаковую толщину, а пространство между стеклами заполнено осушенным воздухом. Шумоизоляционные свойства таких блоков выше, чем деревянных. Часто этих мероприятий бывает недостаточно, поэтому приходится менять не только конструкцию стеклопакета, но и его заполнение. Конструкция приведена на рис.1.

В отдельных случаях для лучшей звукоизоляции необходимо увеличить просвет одной из камер и заполнить стеклопакет инертным газом. Для повышения звукоизоляционного эффекта целесообразно использовать стекла триплекс. Конструкция эффективного звукоизоляционного стеклопакета представлена на рис. 2.

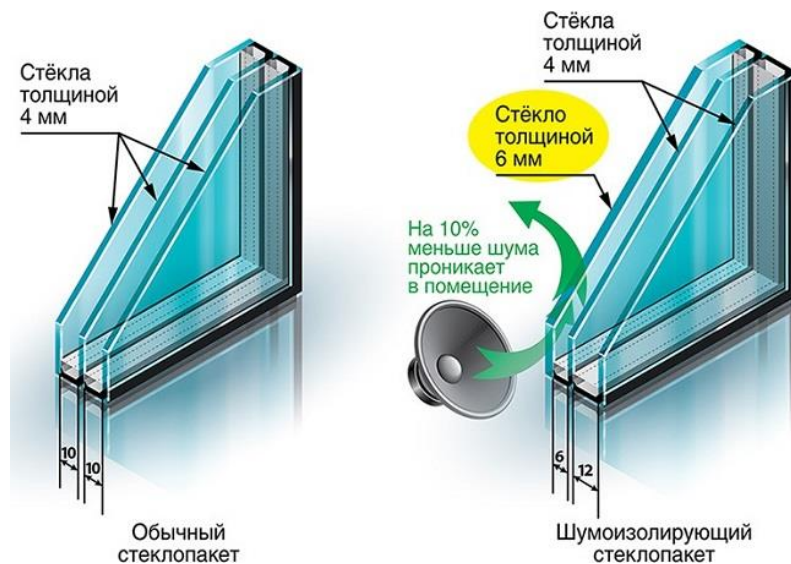


Рисунок 1- Шумоизоляционный стеклопакет, состоящий из трех стекол

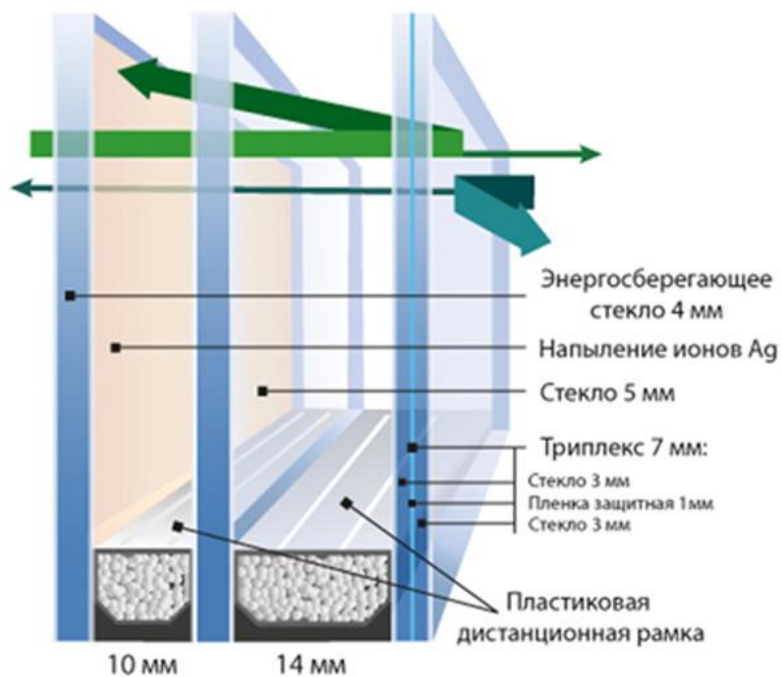


Рисунок 2 - Конструкция эффективного звукоизоляционного стеклопакета

На основании проведенных замеров в городе и вблизи магистралей с оживленным движением транспорта внешние шумы превышают 80дБ, что является вредным для здоровья людей. Комфортным показателем являются следующие значения уровня шума в помещении - 40дБ в дневное время и 30дБ ночью.

Существующие деревянные оконные блоки поглощают порядка 20дБ шума, однако небольшая часть шумов проникает в помещение из-за неплотного примыкания створок к раме. Стандартное одинарное стекло, толщиной 4 мм способно изолировать лишь 20дБ внешнего шума. Металлопластиковые блоки со стандартным стеклопакетом (2 стекла толщиной 4 мм на расстоянии 16 мм) изолируют лишь 27дБ внешнего шума. Данная разница достигается только благодаря хорошей герметичности окон из ПВХ профиля. При устройстве дополнительной камеры в стеклопакете степень звукоизоляции увеличивается всего лишь на 1дБ. Если брать в расчет стеклопакет с двумя камерами по 10 мм и тремя стеклами по 4 мм, то звукопоглощение достигает 28дБ. Координально меняет ситуацию установка однокамерного стеклопакета, заполненного аргоном вместо обычного осушенного воздуха, так как два стекла толщиной 4 мм с прослойкой 16 мм заполненной аргоном обеспечивают изоляцию порядка 32дБ. Похожего результата можно достигнуть при использовании стекол разной толщины. Из вышесказанного можно сделать вывод, что оптимальным является стеклопакет 6/16/4 (16 мм – расстояние между стеклами, а 6 мм и 4 мм толщина стекол) который способствует уменьшению поступления внешнего шума в помещение на 32дБ. Следующим эффективным мероприятием по звукоизоляции является применение в стеклопакетах стекол марки триплекс (трехслойное стекло). К примеру, однокамерный стеклопакет 4/12/9 поглощает порядка 42дБ внешнего шума, а если добавить еще одну камеру (4/10/4/10/9), то этот показатель может реально достигнуть значения в 44 дБ.

Все организации, производящие в нашей стране оконные конструкции, используют следующие технологии увеличения звукоизоляционных характеристик:

Изменяемая толщина стекла и заполнение камеры. Все стекла, используемые в оконных блоках, по своей структуре плохо пропускают шумы и некоторые даже отражают их. Основное неудобство состоит в том, что обычное силикатное стекло является упругим материалом и под действием звуковых волн создает колебания (вибрации) которые затем передаются внутрь помещения. При равной толщине каждый слой колеблется одинаково, вызывая резонанс стекол. При различных стеклах и промежутках между ними, эффект резонанса заметно снижается, и как следствие увеличивается поглощение шумов оконным блоком.

Заполнение межстекольного пространства в стеклопакетах инертным газом. Известно, что распространение звука напрямую зависит от плотности среды, через которую он передается, т.е. чем она меньше, тем больше шумов поглощается. Поэтому вакуум является максимально разреженной средой который вообще не пропускает звуковые волны. Однако его использование невозможно по причине внешнего давления, способного разрушить вакуумный стеклопакет. Важным свойством инертных газов является низкая проводимость звуковых волн по сравнению с обычным воздухом. Колебания наружного стекла в стеклопакете, заполненном инертным газом, передаются внутреннему стеклу, что не позволяет внешним шумам проникать в помещение (использование смеси аргона (70%) с фтористой серой (30%) позволяет увеличить звукопоглощение на 4 дБ).

Использование в стеклопакетах специальных стекол (триплекс). Экспериментальным путем было доказано, что увеличение шумоизоляции до 60% реально добиться при помощи стекол, склеенных между собой. В качестве связующего материала целесообразно применять полимерную пленку или компоненты на основе смол. Толщина пленки из полимерных материалов не должна превышать 6 мкм, а толщина смол не должна

превышать 8 мкм, чтобы более эффективно поглощать шумы. Хорошие результаты показывают стекла триплексы в низкочастотном диапазоне.

Ввиду того, что светопрозрачная поверхность оконных заполнений занимает более 70% процентов блока, а оставшиеся 30% нейтрализует профиль, поэтому требуется максимальное поглощение внешних шумов стеклопакетами. Энергоэффективный профиль имеет внутренние перегородки с изолированными секциями (количество секций может достигать семи). Кроме того, отдельные камеры профиля могут содержать специальный наполнитель, который оказывает положительное влияние на звукоизоляционные качества окон. Конструкция приведена на рис. 3.



Рисунок 3 - Конструкция многокамерного профиля

Для повышения звукоизоляции оконных заполнений не обязательно прибегать к кардинальным мерам, достаточно лишь увеличить степень поглощения внешних шумов не прибегая к замене уже установленных оконных блоков. Это достигается следующими способами:

Применение акустической пленки. В настоящее время широкое распространение получил метод нанесения виниловой пленки, способный повысить шумоизоляцию стекла. На оконные заполнения наклеивается пленка со стороны улицы и помещения, которая увеличивает поглощение шумов на 3дБ.

Применение акустических жалюзи и штор. Звукопоглощающие

жалюзи и шторы гораздо толще и плотнее обычных жалюзей и штор. Поэтому звукоизоляция от внешних шумов достигается благодаря винилу, который в виде волокон интегрирован в материал изделия.

Применение второго контура остекления. Данное решение предполагает установку дополнительного окна в проем. Этот способ можно отнести к радикальным мерам по улучшению звукоизоляции, так как демонтаж ранее установленных оконных блоков в таких случаях не требуется. Необходимо отметить, что эффективность второго контура будет лучше, если использовать качественные шумоизоляционные материалы.

На основании вышеизложенного следует, что вопросы шумоизоляции стеклопакетов и окон на данный момент являются весьма актуальными и в ближайшее время могут появиться новые варианты и методы звукоизоляции.

Список используемой литературы:

1. СП 275.1325800.2016 «Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий. Правила проектирования звукоизоляции», М. 2016г.
2. Казанцева П.А., Колесова А.С., Кузнецова Е.П. «Энергоэффективные способы остекления»// 2012 г.
3. Коваль С.П. Энергосберегающие окна. Как минимизировать потери тепла [http: // portal –energo.ru](http://portal-energo.ru)
4. Петросова Д.В. Фильтрация воздуха через ограждающие конструкции // Инженерно-строительный журнал. 2012. Т. 28. № 2. С. 24-31.
5. Чесноков А.Г., Черемкина Е.А. Проблемы внедрения энергоэффективного остекления в России// ОАО «Институт стекла», Москва, 2013 г.

УДК 628.972

ИННОВАЦИОННЫЕ СОЛНЕЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.Ф. УСМАНОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-221, E-mail: ussmannn4@gmail.com

Т.Н. ЯШКОВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: yashkova.tn@yandex.ru

Аннотация: В статье акцентируется внимание на преимущества возобновляемых источников энергии, рассмотрены различные виды солнечных технологий энергосбережения, описаны принципы работ солнечных технологий, проанализирована их эффективность и экономичность.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечные технологии, энергосбережение, солнечные батареи, солнечные элементы.

Использование возобновляемых источников энергии в настоящее время является одним из ключевых вопросов. Основными преимуществами возобновляемых источников энергии является то, что они могут генерировать электроэнергию экологически чистым способом, и они неисчерпаемы.

Солнечная энергия, как «зеленая энергия», за последние несколько десятилетий приобрела удивительную популярность. «Зеленая энергия» получается из солнечного излучения и может быть преобразована в электричество или тепло. Она находится в свободном доступе, и благодаря достижениям в области технологий теперь можно использовать еще больше солнечной энергии.

Существует три вида солнечной технологии:

- 1) Фотоэлектрические – прямое преобразование света в электричество;
- 2) Солнечные коллекторы для нагрева жидких или газообразных теплоносителей;
- 3) Концентрация солнечной энергии – солнечное тепло (тепловая энергия) используется для привода электрических турбин, коммунальных предприятий.

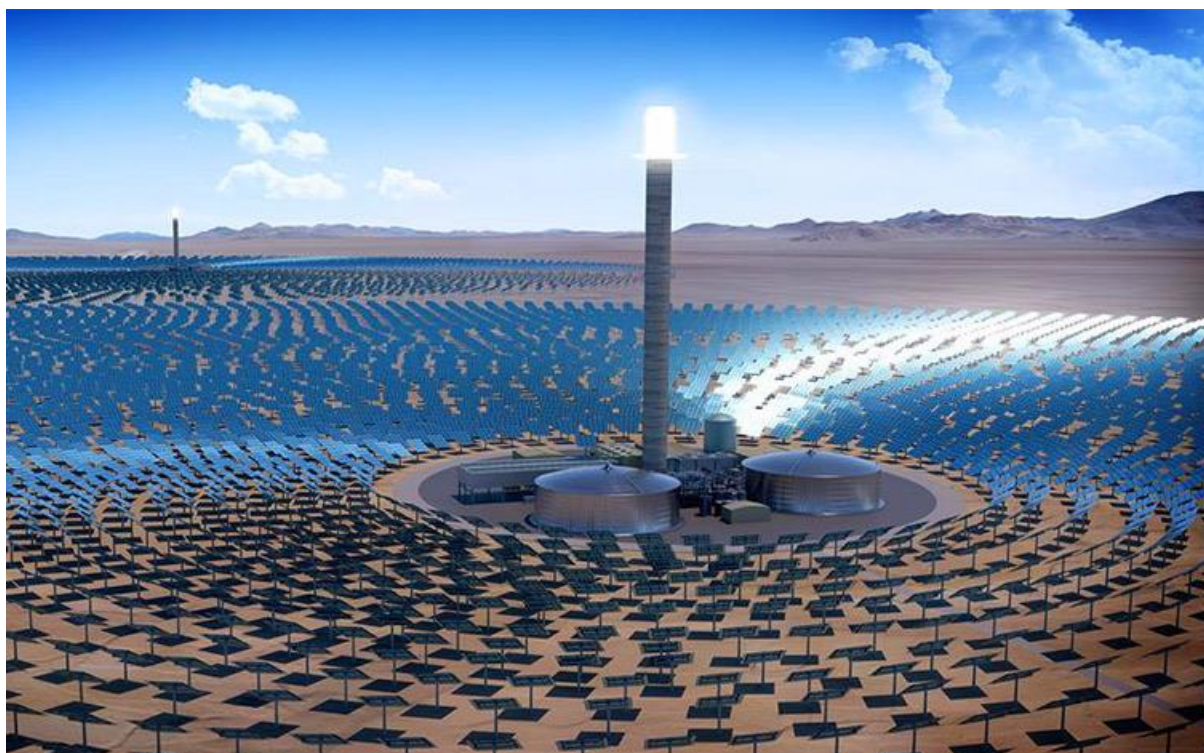


Рисунок 1 – Концентрация солнечной энергии

К фотоэлектрическим технологиям относятся солнечные батареи.

Различные полупроводниковые материалы влияют на стоимость и производительность. В настоящее время для производства электроэнергии используются солнечные элементы на основе кремния (с-Si, mc-Si, кремниевые тонкопленочные элементы), теллурида кадмия (CdTe), меди-индия (галлия) – селениума (Cu(InGa)Se_2) и арсенида галлия (GaAs).



Рисунок 2 – LONGi Solar, Китай, один из крупнейших производителей солнечных батарей в мире

Рулонные солнечные батареи: Фотоэлектрические элементы в рулонном солнечном зарядном устройстве PowerFilm Solar изготовлены из гибкого аморфного кремния. В этой мобильной солнечной панели отсутствуют стеклянные компоненты, встречающиеся в аналогичном оборудовании других производителей. Рулонное солнечное зарядное устройство обладает водонепроницаемыми свойствами, позволяющими использовать его в соленой воде, что делает его пригодным для использования на море. Каждая гибкая рулонная солнечная панель может быть объединена с другими зарядными устройствами PowerFilm Solar с помощью специальных адаптеров для получения большей мощности. Маленькое солнечное зарядное устройство R-7 имеет мощность 7 Вт и может заряжать портативные радиостанции, кемпинговые фонари, мобильные телефоны и 12-вольтовые аккумуляторы. Самое мощное рулонное солнечное зарядное устройство R-60 имеет мощность 60 Вт и может заряжать смартфоны, планшеты, портативные холодильники и поддерживать заряд аккумуляторных батарей.

Оконное отопление – еще одна инновационная солнечная технология. Оно позволяет превратить оконные поверхности в эффективные радиато-

ры. В результате покрытия стекла специальным составом, оно активно поглощает солнечные лучи. Затем этот свет сохраняется и преобразуется в электричество. Поскольку пленка очень тонкая и совершенно бесцветная, стекло остается прозрачным. Кроме того, данная технология может поглощать не только прямой свет, но и рассеянный свет в пасмурную погоду. Такие солнечные батареи не портят внешний вид здания и не требуют дополнительного монтажного пространства.



Рисунок 3 – Оконное отопление

Технология PERC. PERC относится к солнечным элементам с технологией пассивного эмиттера на задней стороне кремниевых пластин; PERC расшифровывается как Passivated Emitter Rear Cell и означает диэлектрический слой на задней стороне солнечных элементов PERC. В типичных фотоэлементах слой алюминия наносится на заднюю сторону элемента для обеспечения контакта. Алюминий наносится на всю обратную сторону кремния для обеспечения непрерывного контакта; при производстве фото-

элементов PERC между кремнием и алюминием лазером просверливаются крошечные отверстия для формирования диэлектрического слоя. В результате контакт происходит через эти крошечные отверстия. Диэлектрический слой действует как отражатель.

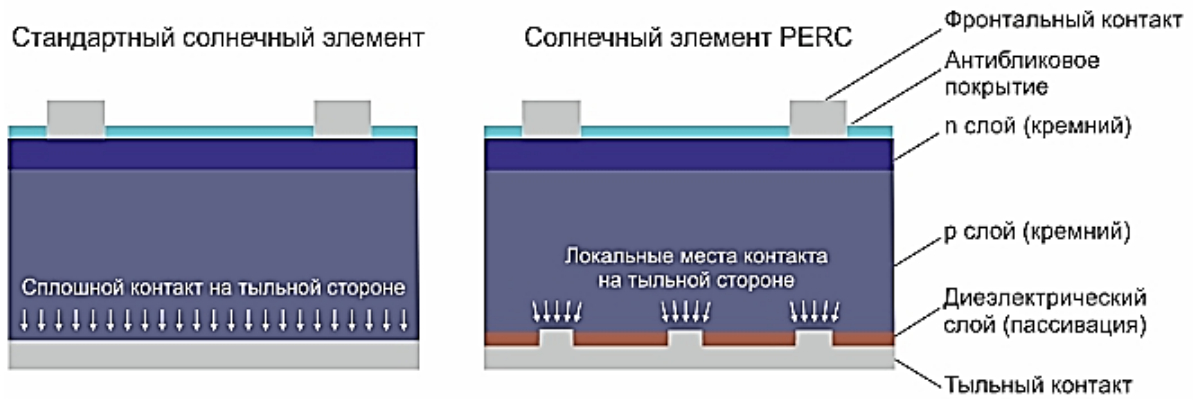


Рисунок 4 – Схема технологии PERC

Помимо высокой эффективности, ожидается, что солнечные элементы PERC будут очень экономичными. Однако, чтобы сделать модули PERC дешевле обычных, требуется значительное увеличение производственных мощностей. Солнечные элементы PERC имеют КПД более 20%. Благодаря такой эффективности, блок PERC с 60 солнечными элементами обеспечивает дополнительные 3-5Вт номинальной мощности.

Гетероструктурные солнечные элементы НТ состоят из тонкого слоя аморфной кремниевой пленки, добавленной с обеих сторон обычного кристаллического солнечного элемента. Эти тонкие слои образуют так называемый гетеропереход в дополнение к основному переходу в кристаллических элементах. Известно, что различные типы переходов преобразуют разные части спектра солнечного света в электричество, что повышает общую эффективность преобразования солнечной энергии.



Рисунок 5 – Гетероструктурные солнечные элементы HJT

В настоящее время КПД HJT-элементов на основе обычных солнечных батарей с активированными шинами составляет 22-23%. При сочетании технологии IBC с гетероструктурами, формирующими токопроводящие контакты, ожидается, что максимальная эффективность может быть увеличена до 26,5%.

Еще одним преимуществом технологии HJT является ее низкий температурный коэффициент. Во время работы нагрев очень мал, и даже при нагреве потери энергии незначительны. Температурный коэффициент лучшего HJT-элемента на 40% выше, чем у обычных поликристаллических или монокристаллических панелей. Температурный коэффициент лучшего HJT-модуля составляет 0,26%/°C (у обычных модулей -0,38%...0,42%/°C). В результате солнечные панели HJT могут производить до 20% дополнительной электроэнергии в жаркие солнечные дни при отсутствии ветра.

IBC технология солнечных элементов. В солнечных элементах Interdigitated Back Contact (IBC) создается решетка, состоящая из более чем 30 проводников, подключенных к задней части солнечного элемента. В отличие от обычных солнечных батарей, где видны направляющие коллектора и коллекторные решетки, в солнечных батареях IBC передняя часть

солнечного элемента полностью открыта. Это повышает эффективность солнечной батареи. Технология IBC является одной из наиболее перспективных технологий в современных солнечных батареях, однако в настоящее время ее применение ограничено высокой стоимостью.

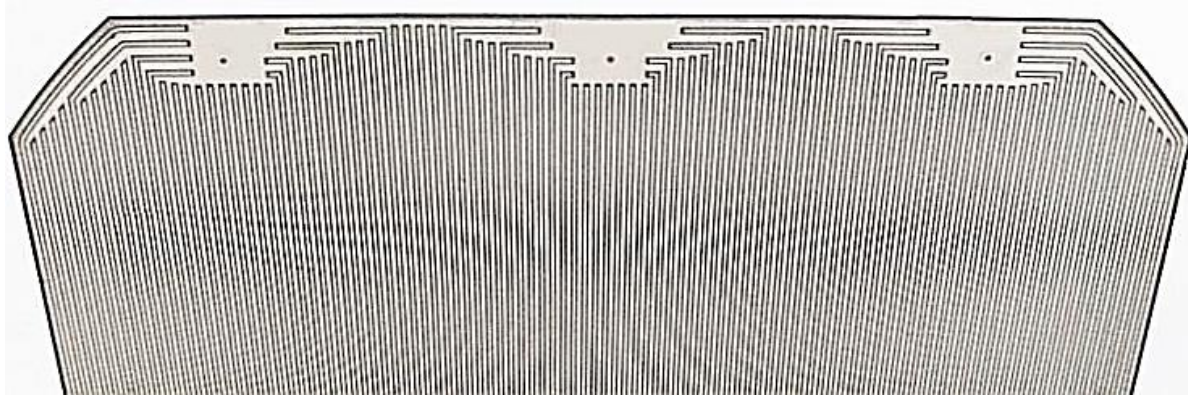


Рисунок 6 – Вид сзади элемента IBC

Среди наиболее эффективных современных солнечных модулей, использующих эту технологию – монокристаллические кремниевые модули N-типа (Negatively charged Silicon doped with Phosphorous – отрицательно заряженный кремний, легированный фосфором) IBC производства SunPower и LG. Эти модули также предлагают гарантию 90-92% мощности через 25 лет, что намного выше, чем гарантия 80% мощности через 25 лет для других модулей.

Таким образом, солнечная энергия стремительно развивается во всем мире. С внедрением новых технологий "лучистая энергия" становится все дешевле и может конкурировать с истощающимися запасами газа и нефти, а также использование солнечных технологий может в определенной степени снизить долю потребления электроэнергии и улучшить экологическую ситуацию в регионе.

Список используемой литературы:

1. Технология энергосбережения: Учебник / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 352 с.
2. Бердиев Г.И., Мусурмонкулов М.У. Горизонты использования альтернативных источников энергии // Молодой ученый.- 2014. - № 4. – С. 473-475.
3. Савилов А.В. Альтернативные источники солнечной энергии в многоквартирном доме / А.В. Савилов, А.А. Петрушкин. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. - № 10 (144). – С. 80-85.

УДК 624.012.35

КРЫТЫЙ ФУТБОЛЬНЫЙ МАНЕЖ Г. ВЫБОРГ, ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.

К. М. ТЕРЕНТЬЕВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С–219, E-mail: terenzeret@gmail.com

А. В. ЛУКИНА – доцент, к.т.н., Институт Архитектуры строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: pismo.33@yandex.ru

Аннотация: Представлен пример расчета и конструирования металлического крытого футбольного манежа. В результате расчета были получены следующие сечения: поперечные рамы проектируются из труб квадратного сечения 120x5 мм, марка стали С345, колонны и главные балки проектируются из труб квадратного и прямоугольного сечения 250x12 мм и 200x300x6 мм соответственно, марка стали С345. Были сделаны выводы и рекомендации технико-экономической эффективности применения данных конструкций.

Ключевые слова: каркас, металлические конструкции, расчет.

Введение

Здание манежа проектируется в Ленинградской области, г. Выборг. Здание – одноэтажное, каркасное. Размеры здания в плане 100,0×60,0 м. Устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается конструкцией решетчатой рамы с шарнирным сопряжением колонн с фундаментами здания. Устойчивость в продольном направлении обеспечивается вертикальными связями по колоннам. Совместная пространственная работа конструкций обеспечивается системой связей по фермам покрытия с параллельными поясами, обеспечивающей создание геометрически неизменяемого блока покрытия. Пространственная жесткость и устойчивость каркаса в обоих направлениях обеспечивается установкой подкосов в верхней части колонн в обоих направлениях [1].

В таком сооружении смогут проводиться различные футбольные соревнования и матчи в любое время года и при любой погоде. Это очень важно, ведь большую часть года заниматься футболом на улице не получится. Проектируемый манеж будет состоять из металлических конструкций, что будет менее трудоемко и экономически выгодно.

Вся территория под строительство будет единым пространством, где кроме проектируемого здания будут открытые футбольные площадки, зоны для отдыха, предусмотренные для людей тротуары и дорожки, а также наличие парковочных мест, не только для автомобилей, но и для автобусов.

Для проектируемого здания основанием служат следующие грунты: почвенно-растительный слой, морские и озерные отложения (суглинки тяжелые пылеватые, супеси пылеватые пластичные, пески мелкие и торф среднеразложившийся) и ледниковые отложения (валунно-галечниковый грунт с песчаным заполнителем) [4].

Учитывая конструктивную особенность здания фундаменты приняты монолитными железобетонными столбчатыми из бетона класса В25, F150, W4 на естественном основании с бетонной подготовкой из бетона класса В15, F75, W4. Армирование проектируется сетками из арматуры класса А500С [3].

Перед началом расчета необходимо собрать и учесть все нагрузки, а также учесть климатические особенности региона:

- климатический район ПВ [5];
- нормативное ветровое давление 0,3 кПа [2];
- нормативная снеговая нагрузка 1,80 кПа [2];
- сейсмичность района 5 баллов [6];
- расчетная нагрузка находится в пределах 22,5–44,7 кН.

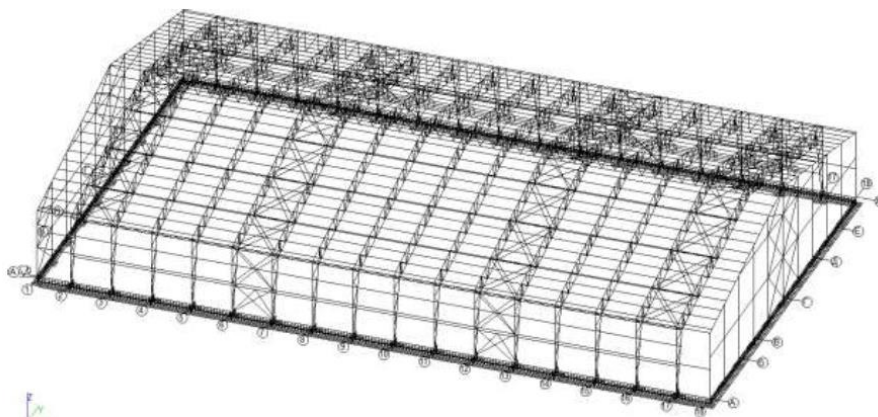


Рисунок 1 - Расчетная схема манежа

Методы

Металлический каркас здания достаточно сложный (рис.1), так как состоит из множества элементов, поэтому производим расчет при помощи программного комплекса «SCAD». Вычислительная программа «SCAD» использует метод конечных элементов, что является одним из наиболее современных и эффективных способов вычисления продольных усилий и прогибов конструкции в ее характерных узловых точках [7].

Необходимо задать геометрическими параметрами металлического каркаса, определить количество и типы опор, определить расчетные постоянные и временные нагрузки и точки их приложения к конструкции. Расчет проводим для второго снегового района.

В начале расчета проверяем подобранные сечения (рис. 2). Проводим расчет по двум группам предельный состояний (рис. 3–5).

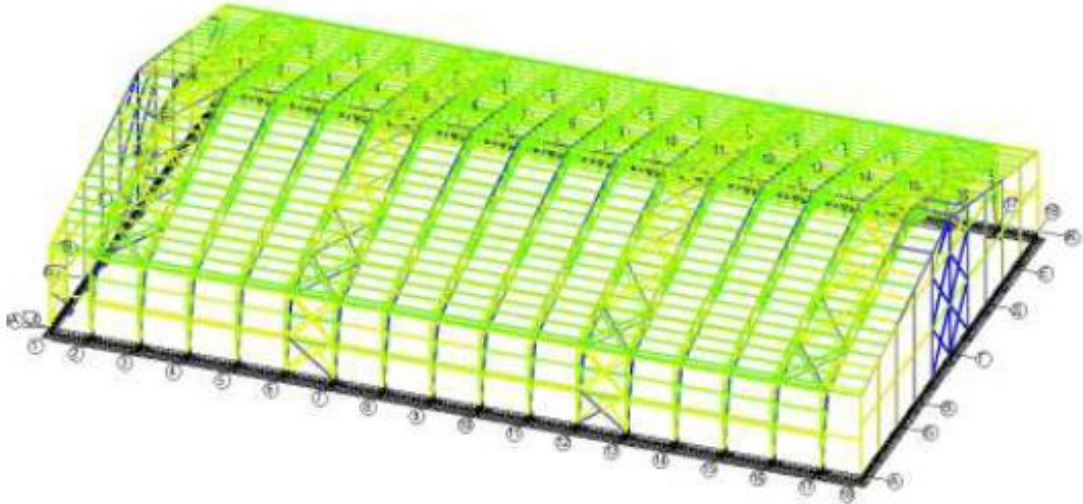


Рисунок 2 - Результаты проверки сечений из металлопроката

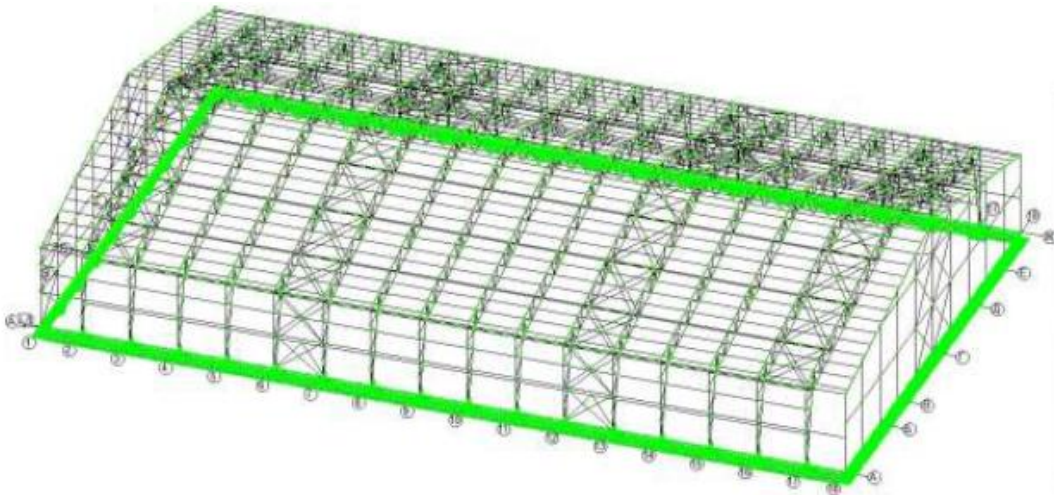


Рисунок 3 - Горизонтальные перемещения по оси X с учетом действия ветровой нагрузки по оси X

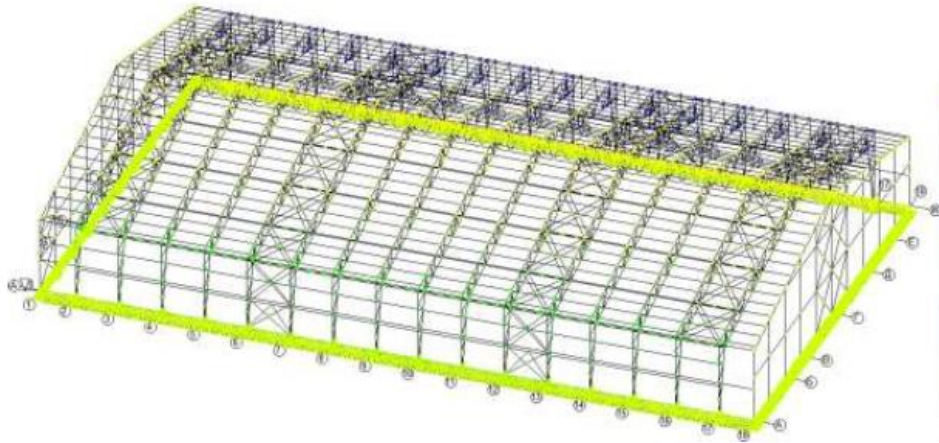


Рисунок 4 - Горизонтальные перемещения по оси Y с учетом действия ветровой нагрузки по оси Y

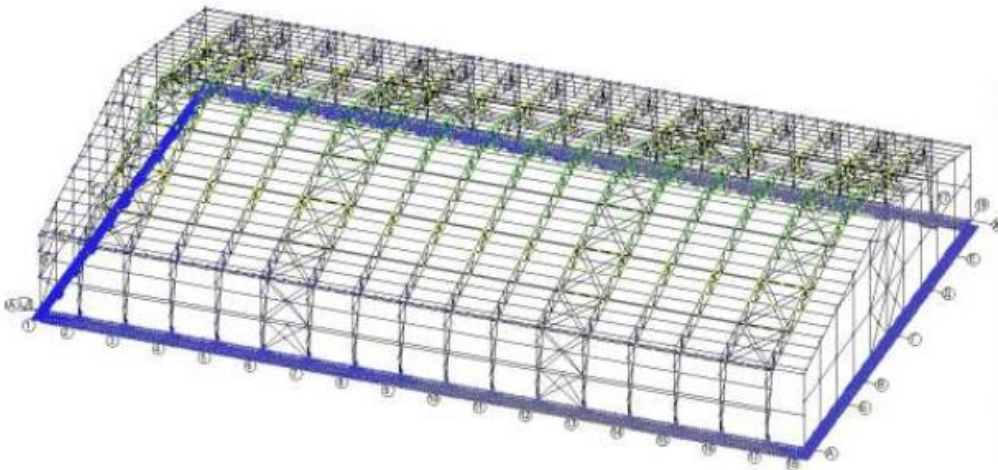


Рисунок 5 - Вертикальные перемещения по оси Z

Выводы

В результате выполнения расчета металлического каркаса были подобраны и проверены следующие сечения основных конструкций:

- конструкция поперечной рамы проектируется из труб квадратного сечения 120x5 мм [8], марка стали С345
- прогоны из швеллеров 18П, марка стали С345
- колонны и главные балки каркаса проектируются из труб квадратного и прямоугольного сечения 250x12 мм и 200x300x6 соответственно [8], марка стали С245 и С345.

Предельные горизонтальные перемещения [2]

$f_u = h_s / 500 = 18000 / 220 = 81,8$ мм, где h_s – высота здания, равная расстоянию от верха фундамента до оси ригеля покрытия. Полученные перемещения рассматриваемого здания 52,3 мм, что меньше предельных.

Предельный допускаемый прогиб [2] для пролета 60,0 м $[f] = 200,0$ мм. Полученный прогиб конструкции рассматриваемого здания 117 мм, что меньше предельной величины.

В результате расчета сечения металлических конструкций были проверены на прочность и устойчивость, подобраны самые эффективные и экономичные профили.

Список используемой литературы:

1. СП 16.13330.2017. Актуализированная редакция СНиП II-23-81. «Стальные конструкции». М.: Минстрой России, 2017 г.
2. СП 20.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия». М.: Минстрой России, 2016 г.
3. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»
4. СП 22.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 2.20.01-83 «Основания зданий и сооружений». М.: Минстрой России, 2017 г.
5. СП 131.13330.2020. Пересмотр СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». М.: Минстрой России, 2021 г.
6. СП 14.13330.2018. Пересмотр СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах». М.: Минстрой России, 2018 г.
7. ГОСТ 30245-2003 «Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные и прямоугольные для строительных конструкций».

8. Дукарский, Ю.М. Инженерные конструкции. Металлические конструкции: Учебник / Ю.М. Дукарский, Ф.В. Расс, О.В. Мареева. - М.: Инфра-М, 2019. - 156 с.
9. Металлические конструкции: учебник для студентов средних специальных учебных заведений, обучающихся по специальности 270103 "Строительство и эксплуатация зданий и сооружений" / В. В. Доркин, М. П. Рябцева. - Москва : ИНФРА-М, 2009. – 455 с.
10. Карпанина, Е.Н. Металлические конструкции / Е.Н. Карпанина. - М.: Русайнс, 2017. - 160 с.
11. Кудишин, Ю.И. Металлические конструкции: Учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева. - М.: ИЦ Академия, 2011. - 688 с.
12. Москалев, Н.С. Металлические конструкции / Н.С. Москалев. - М.: АСВ, 2010. - 344 с.

УДК 624.012.35

**ПРОЕКТ ШКОЛЫ НА 550 МЕСТ В Г. КРАСНОУФИМСКЕ
СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

М. В. ТУЖИЛОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-219, E-mail: maryvesninaboris@gmail.com

А. В. ЛУКИНА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: pismo.33@yandex.ru

Аннотация: Представлен пример расчета и конструирования монолитной фундаментной плиты для здания школы. В результате расчета получены

следующие данные: материал фундаментной плиты - бетон класса В25 F150 W4; материал арматуры - Ø12 А400. Общая устойчивость системы обеспечена, коэффициенты запаса $k > 1$.

Ключевые слова: фундаментная плита, железобетонные конструкции, основание, расчет.

Введение

Расчет фундамента выполнен для 4-х этажного здания школы с подвальным этажом, на 550 учащихся.

Габариты здания в плане 88,4×44,0 м.

Конструктивная схема 4-х этажного здания – каркас в виде монолитных железобетонных колонн и сплошных монолитных железобетонных плит перекрытия и покрытия.

Покрытие предусмотрено по стропильным фермам из гнутосварных профилей квадратного и прямоугольного сечения, по верхнему поясу ферм – прогоны из горячекатаного швеллера 24П и двутавра 25Ш1.

Пространственная жесткость и устойчивость достигается:

– в горизонтальной плоскости - горизонтальными дисками жесткости, состоящими из монолитных железобетонных перекрытий (покрытия), жестко закрепленными с монолитными железобетонными колоннами и стенами лестничных клеток (диафрагмами жесткости);

– в вертикальной плоскости – вертикальными дисками жесткости, представленными в виде монолитных железобетонных колонн, и продольными и поперечными несущими стенами лестничных клеток (диафрагмами жесткости) [1].

Данный объект относится ко II степени ответственности здания по назначению. При расчете несущих конструкций и оснований учтен коэффициент надежности по ответственности 1,0 [3].

Учитывая конструктивные особенности здания школы и объемно-планировочное решение в качестве фундамента была принята монолитная железобетонная плита (рис.1) [7].

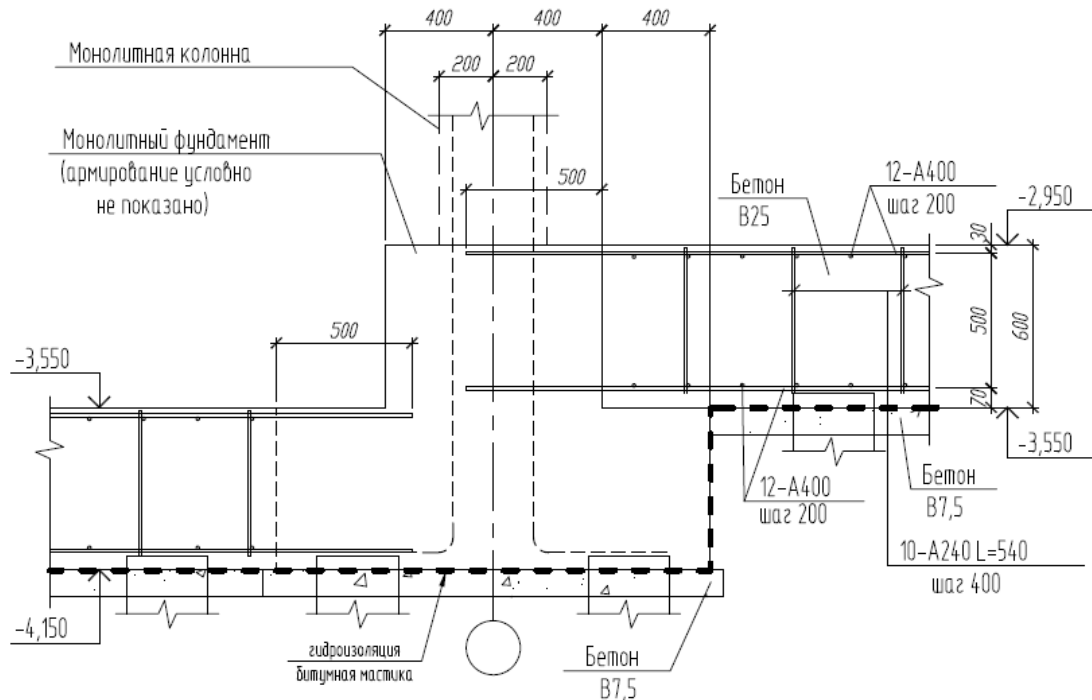


Рисунок 1 - Узел монолитного фундамента

Цель применения данного фундамента:

- небольшие трудозатраты;
- сохраняет целостность при перемещениях грунтов;
- возможность строительства на любых грунтах;
- не разрушается из-за отсутствия швов.

В г. Краснофимске Свердловской области естественным основанием служат аллювиальные отложения первой надпойменной террасы р. Уфа, представленные песками гравелистыми, гравийным грунтом с песчано-суглинистым заполнителем, перекрытые слоем аллювиально-делювиальных суглинков твердой-полутвердой консистенции [4].

Таблица 1 – Нормативные и расчетные характеристики грунтов основания

№ ИГЭ	Наименование грунта	Плотность, г/см ³		Угол внутреннего трения, град.		Удельное сцепление, МПа		Модуль деформации E, МПа	Расчетное сопротивление R, МПа			
		Нормативное значение	Расчетные значения при α		Нормативное значение	Расчетные значения при α				Нормативное значение	Расчетные значения при α	
			0,85	0,95		0,85	0,95				0,85	0,95
1	Суглинок тя- желый твердый	1,88	1,87	1,87	21	21	18	0,022	0,022	0,015	14,6	0,25
2	Песок гра- велистый	1,82		1,80	33	33	30	0,0	0,0	0,0	25,7	0,40
3	Галечнико- вый грунт	2,15		2,13	38	38	32	0,0	0,0	0,0	40	0,50

Расчетная нагрузка на фундамент от крайних и средних колонн варьируется в пределах от 44,6-66,5 кН.

Нормативная снеговая нагрузка для четвертого снегового района – 240 кг/м² [2].

Нормативное значение ветрового давления для 1 ветрового района – 23 кг/м² [2].

Метод расчета

Фундаменты являются сложными системами (рис. 2), вследствие чего их расчеты производятся на ЭВМ, в таком программном комплексе, как Лира.

При сборе нагрузок на фундамент следует учесть все действующие нагрузки, а также их различное сочетание (постоянные и временные). В строительной механике используют три метода расчета конструкций:

1. Метод линеаризации;
2. Метод конечных элементов;
3. Метод конечных разностей.

Данная программа использует наиболее эффективный метод решения инженерных задач – метод конечных элементов. Расчет фундаментной плиты выполняется с вычислением прогибов и продольных усилий.

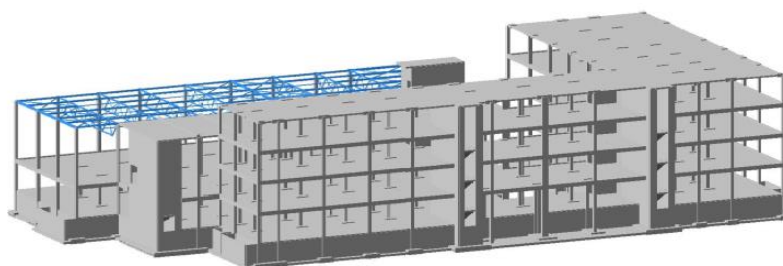


Рисунок 2 – Общий вид конструкций школы

Перед статическим расчетом идет стадия определения геометрических параметров конструкции с заданной необходимой жесткостью и выбором коэффициентов (рис. 5), количества и типа опор, определение расчетных постоянных и временных нагрузок и точки их приложения к конструкции [6].

Фундаменты – монолитная железобетонная плита (рис. 3) с необходимым армированием (рис. 6, 7) на естественном основании из бетона кл. В25 F150 W4. Под фундаментной плитой предусмотрена бетонная подготовка из бетона класса В7,5, толщиной 100 мм, выступающая за грани фундаментной плиты на 300 мм.

Расчет ведется по двум группам предельных состояний.

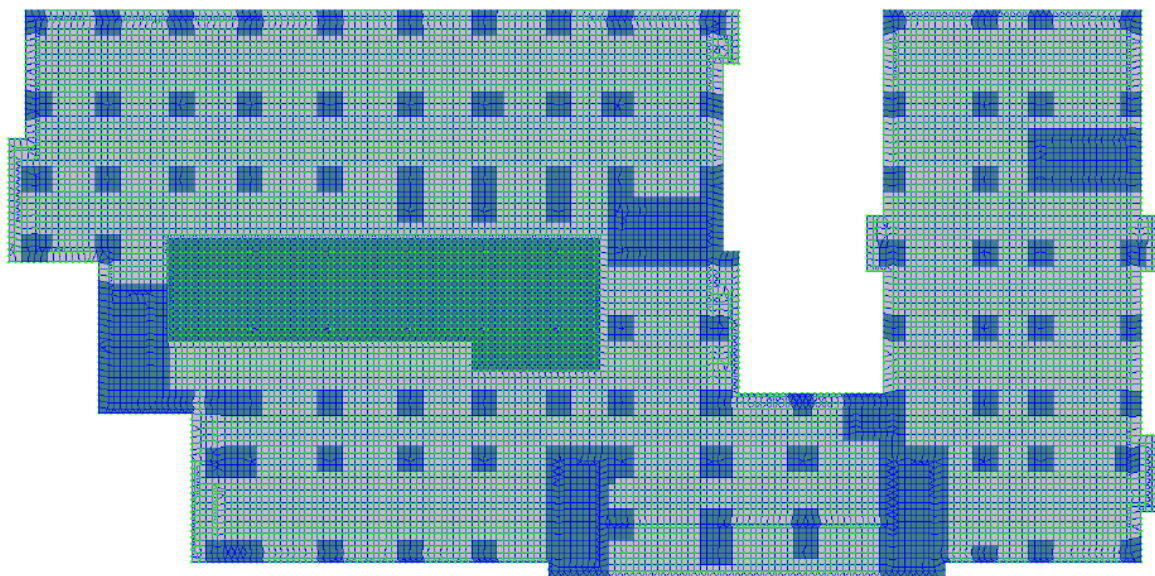


Рисунок 3 – Фундаментная плита $t=300$ мм, более темным цветом показаны утолщения плиты до 600 мм

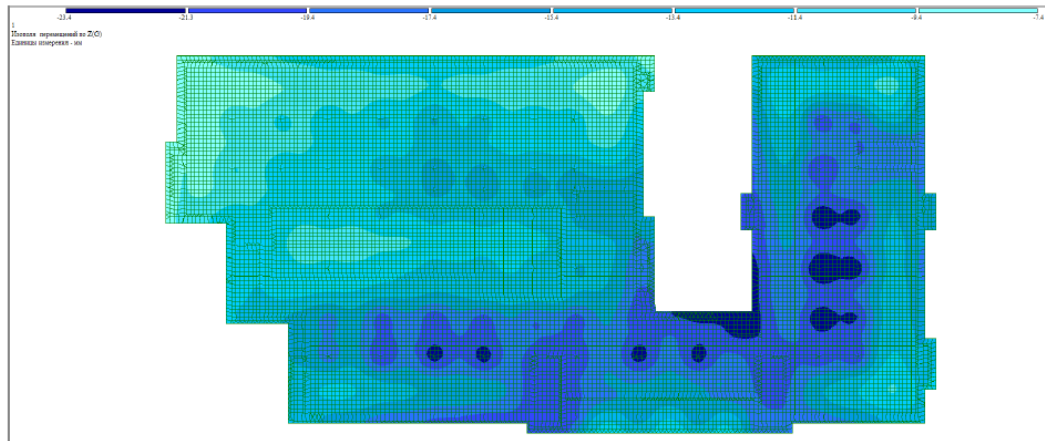


Рисунок 4 - Перемещения по Z

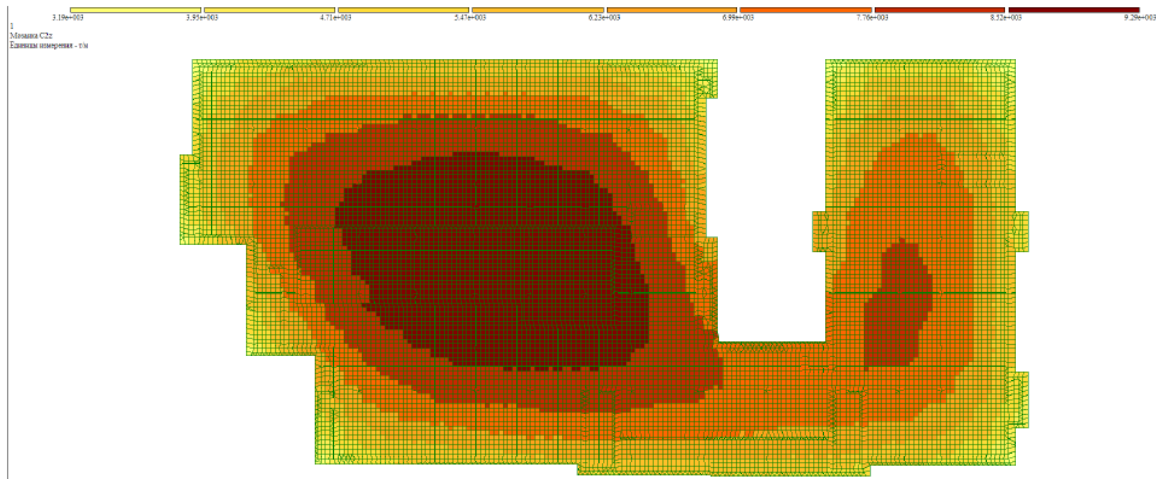


Рисунок 5 – Мозаика коэффициентов постели C1, C2

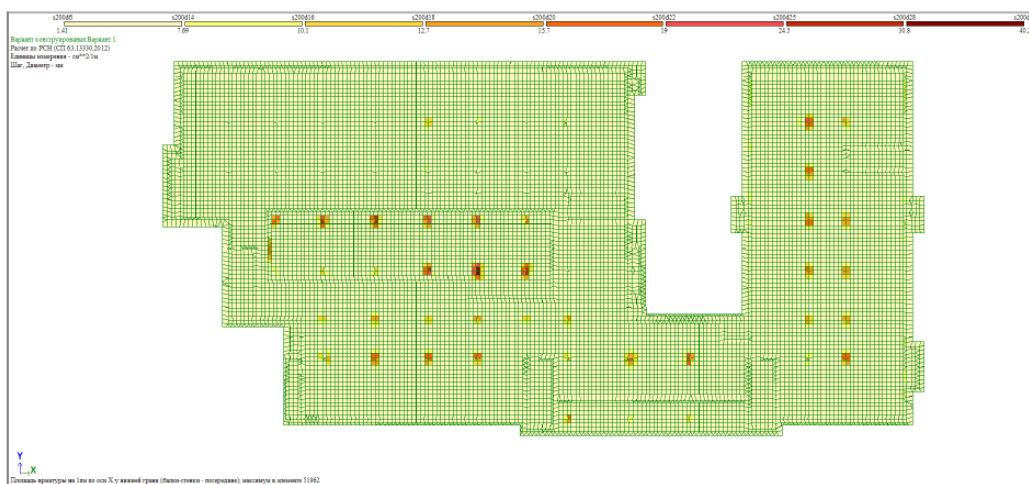


Рисунок 6 - Требуемое нижнее армирование по оси X

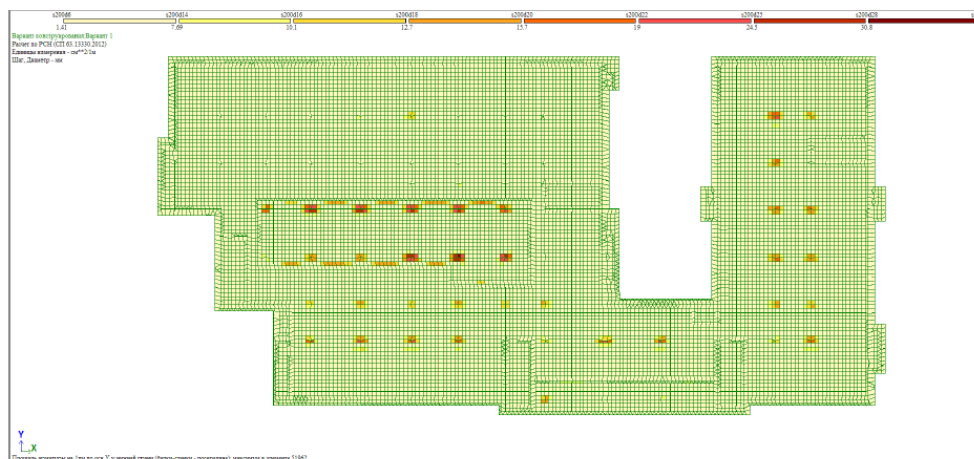


Рисунок 7 – Требуемое нижнее армирование по оси Y

Вывод:

По результатам расчета армирование фундаментной плиты принято следующее:

- полевое верхнее/нижнее $\varnothing 12$ A400 с шагом 200×200 мм $S = 5,65$ см²;
- дополнительное нижнее в местах опирания центральных колонн $\varnothing 20$ A400 шагом 200×200 мм $S_{\text{общ}} = 21,35$ см².
- дополнительное нижнее в местах опирания крайних колонн $\varnothing 12$ АШ с шагом 200 мм $S_{\text{общ}} = 11,3$ см² и $\varnothing 16$ A400 с шагом 200 мм $S_{\text{общ}} = 15,7$ см² для арматуры, расположенной перпендикулярно по отношению к стене подвала;
- дополнительное верхнее $\varnothing 16$ A400 с шагом 200×200 мм $S_{\text{общ}} = 15,7$ см² в пролете плиты $t = 300$ мм в местах “выпора” грунта.

По расчету железобетонные конструкции здания удовлетворяют требованиям [1], [8], [3], включая расчеты на аварийные воздействия, при расчете по 1 и 2 группам предельных состояний. Общая устойчивость системы обеспечена, коэффициенты запаса $k > 1$. Рассчитанные конструкции фундаментов также удовлетворяют требованиям [4].

Монолитная железобетонная фундаментная плита очень актуальна и распространена в строительной практике, так как данный тип фундамента

эффективен и позволяет решать многие проблемы, связанные с конструктивными особенностями зданий, а также геологическими и климатическими условиями [5].

Список используемой литературы:

1. СП 63.13330.2018. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции». М.: Минстрой России, 2019.
2. СП 20.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия». М.: Минстрой России, 2016 г.
3. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований»
4. СП 22.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 2.20.01-83 «Основания зданий и сооружений». М: Минстрой России, 2017.
5. СП 14.13330.2018. Пересмотр СП 14.13330.2014 «СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах». М: Минстрой России, 2018.
6. Егоров П.И., Колясина С.А. «Исследование влияния вариантов расчета грунтового основания и методов расчета коэффициентов постели на напряженно-деформированное состояние здания». Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ», №2, 2014 г., с. 21-34. Свидетельство Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010 <http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@khstu.ru>.
7. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции : Общий курс / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов.— 5-изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1991. —766 с. : ил. — (Учебники для вузов). — Предм. указ.: с. 762-767. — ISBN 5-274-01528-X.
8. Спиридонов В. М., Ильин В. Т., Приходько И. С. Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства : справ. проектировщика / под ред. Г. И. Бердичевского. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Стройиздат, 1981. — 488 с.

УДК 624.012.35

ФУНДАМЕНТЫ В ВИДЕ МОНОЛИТНОЙ «ПЕРЕВЕРНУТОЙ» РЕБРИСТОЙ ПЛИТЫ

М. М. ФЕТИСОВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С–219, E-mail: mmfetis@mail.ru

А. В. ЛУКИНА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: pismo.33@yandex.ru

Аннотация: Описан пример представляющего наибольший интерес расчета фундамента в виде монолитной «перевернутой» ребристой плиты. Выполнен расчет фундаментной монолитной плиты, определено сечение используемой при строительстве арматуры и класс применяемого бетона. На примере конструирования фундамента здания аэровокзала сделаны выводы и рекомендации.

Ключевые слова: монолитный фундамент, фундамент, свайное основание, подбор арматуры, расчет.

Введение

Благодаря техническому прогрессу и необходимости строительства зданий и сооружений в районах вечной мерзлоты или сейсмически активных регионах, строители сталкиваются с рядом требований, которые являются необходимыми для дальнейшего развития капитального строительства. Одними из главных требований являются улучшение конструктивных решений. Фундаменты коробчатого типа могут успешно удовлетворить этим требованиям, позволяя создавать необходимые условия для эксплуа-

тации в районах с сейсмической активностью или вечной мерзлотой. В быстроразвивающемся мире задача данного исследования очень актуальна.

Эффективные монолитные фундаменты состоят из перевернутой ребристой плиты с утолщением в местах устройства свайных кустов, поперечных и продольных ребер, а также подколонников [1]. Так, для строительства здания терминала внутренних авиалиний в поселке Сокол Магаданской области, выбран именно такой тип фундамента с перевернутой ребристой плитой и свайным основанием (рис.1).

Сваи приняты длиной 14 м, диаметром – 400 мм. Материал свай – тяжелый бетон В30 W6 F150, арматура класса А500С [5].

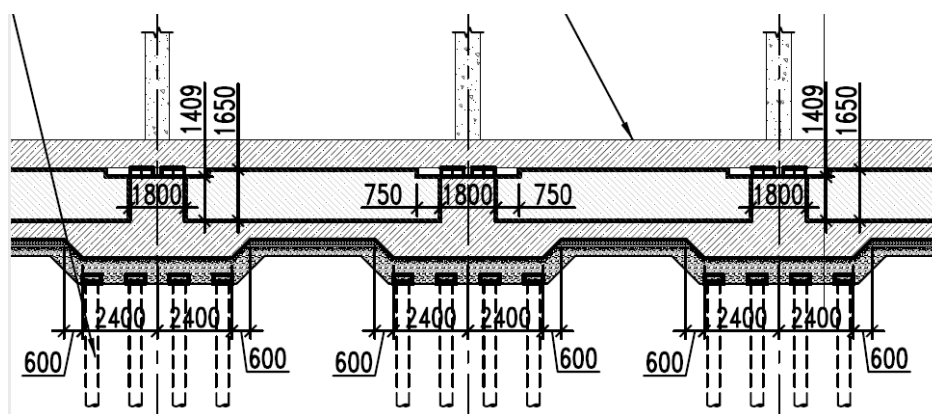


Рисунок 1 - Вид монолитного фундамента со свайным основанием

В пределах проектируемой территории, располагающейся в Магаданской области, развит водоносный таликовонадмерзлотный горизонт верхнечетвертичных отложений, развитых в Уптарской впадине. Литологический состав отложений разнообразен: валунно-гравийногалечный материал с песчано-глинистым заполнителем, пески, суглинки, супеси [3].

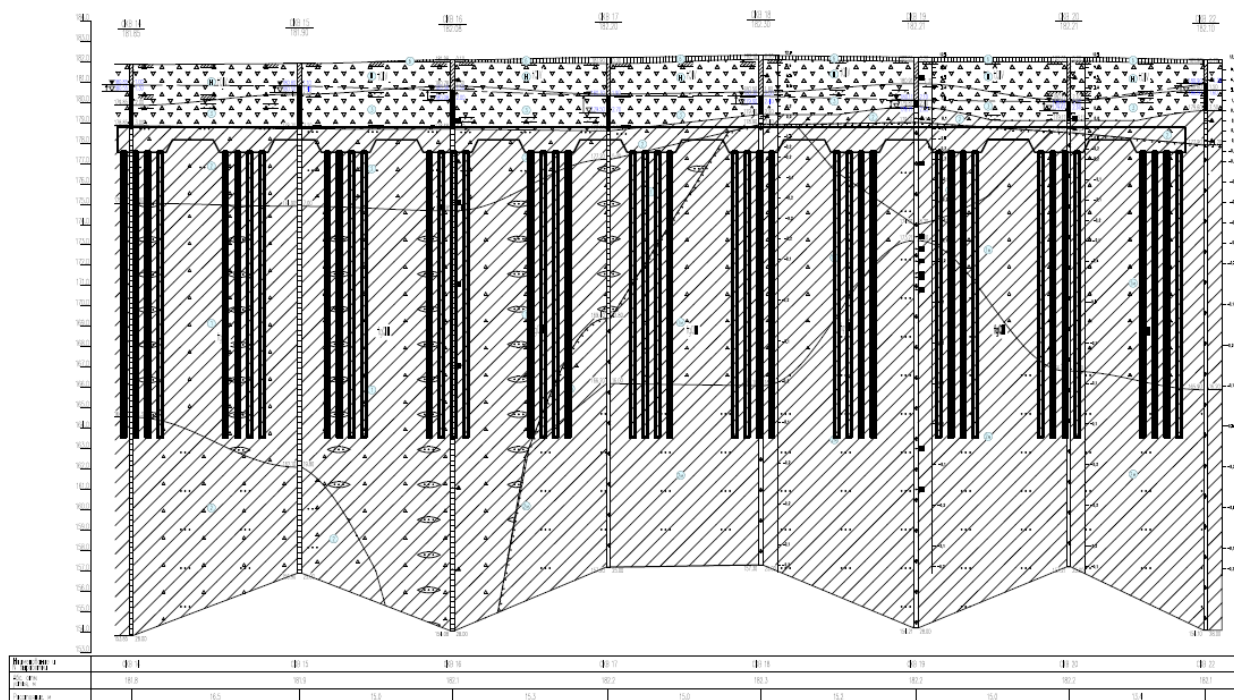


Рисунок 2 - Геологический разрез

Город Магадан, рядом с которым находится рассчитываемый объект, находится в 8-ми балльной зоне сейсмической активности, это также учитывается при расчете [4, 8].

Цель данного решения – уменьшение трудоемкости, улучшение прочностных характеристик и упрощение логистики. Это достигается тем, что при монолитном типе фундамента не надо подвозить габаритные сборные железобетонные элементы на строительную площадку.

Методы

На несущую способность фундамента влияют несколько основных факторов: собственный вес основных несущих конструкций, нагрузки от надземных конструкций, сейсмические нагрузки, боковое давление грунта.

В области строительных расчетов существуют три метода решения задач: метод конечных разностей, метод конечных элементов и методы линеаризации. Из-за того, что фундаментные конструкции состоят из множества элементов, их расчеты проводятся с помощью специальных про-

граммных комплексов, таких как "Лира" и "SCAD", которые имеют сертификацию на использование в России. Наиболее эффективным методом численного решения инженерных задач является метод конечных элементов, который был применен для расчета данной конструкции (рис. 3).

Расчет проводился с помощью программного комплекса "SCAD" для двух групп предельных состояний.

Расчет производился с вычислением продольных усилий и перемещений конструкции. Приложенная к данной конструкции нагрузка передается в двух направлениях.

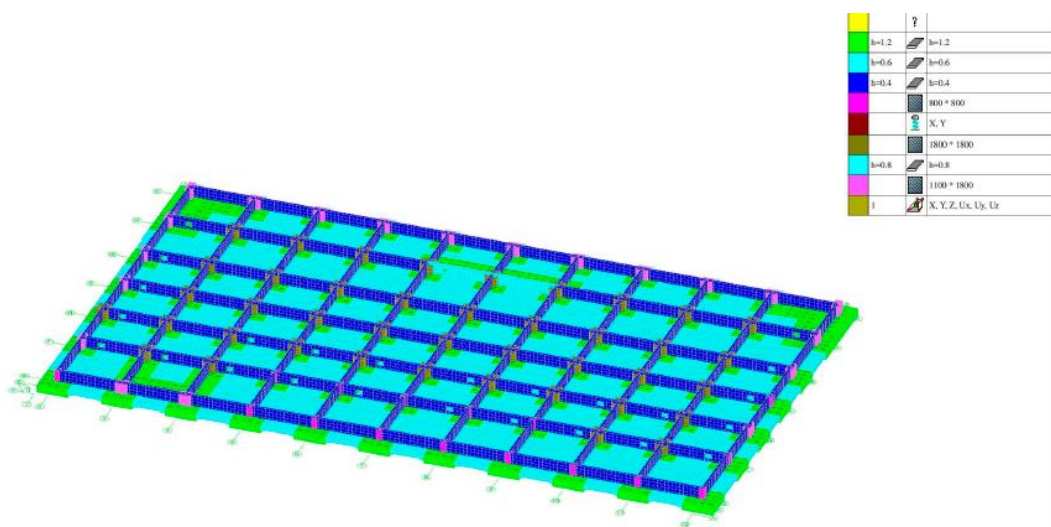


Рисунок 3 – Общий вид расчетной схемы

Перед тем, как приступить к статическому расчету, необходимо сначала определить геометрические параметры конструкции, выбрать жесткости, количество и типы опор, а также их расположение под конструкцией. Кроме того, следует определить как постоянные, так и временные нагрузки, а также точки, в которых они будут приложены к конструкции.

Расчетная нагрузка находится в диапазоне:

- на крайние колонны: от 195 до 657 т.;
- на внутренние колонны: от 405 до 1005 т.

Нормативная нагрузка находится в диапазоне:

- на крайние колонны: 135 до 431 т.;
- на внутренние колонны: 227 до 987 т.

Важно учитывать, что все внешние нагрузки необходимо прикладывать к узлам конструкции [6]. Конструкция выполнена из материала: бетон – В40 и арматуры класса А500 (рис. 4–10).

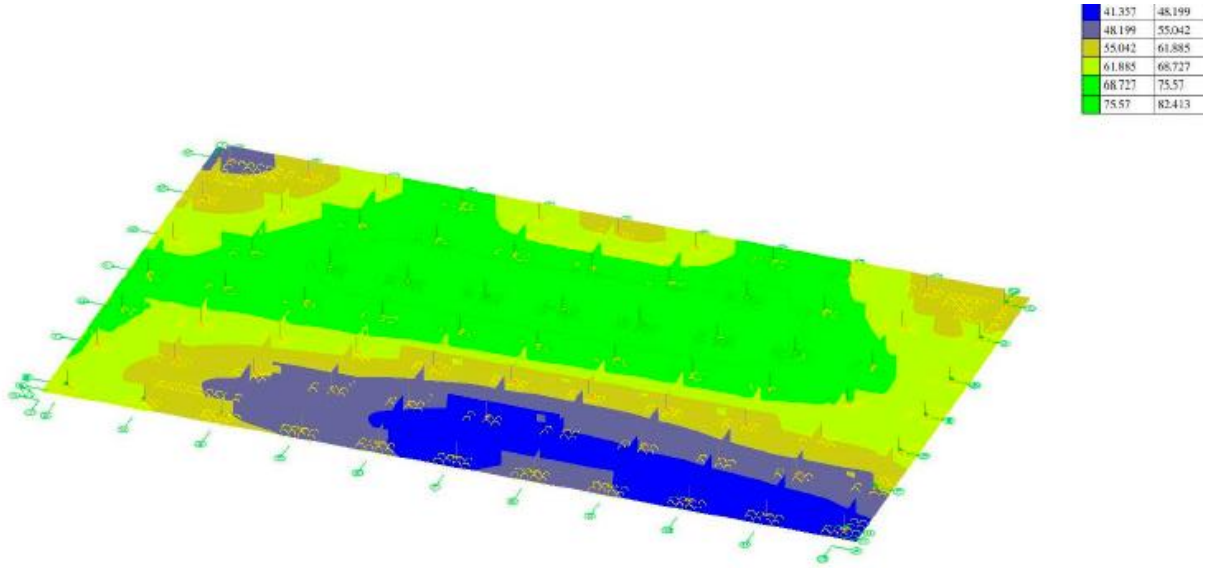


Рисунок 4 - Общие перемещения

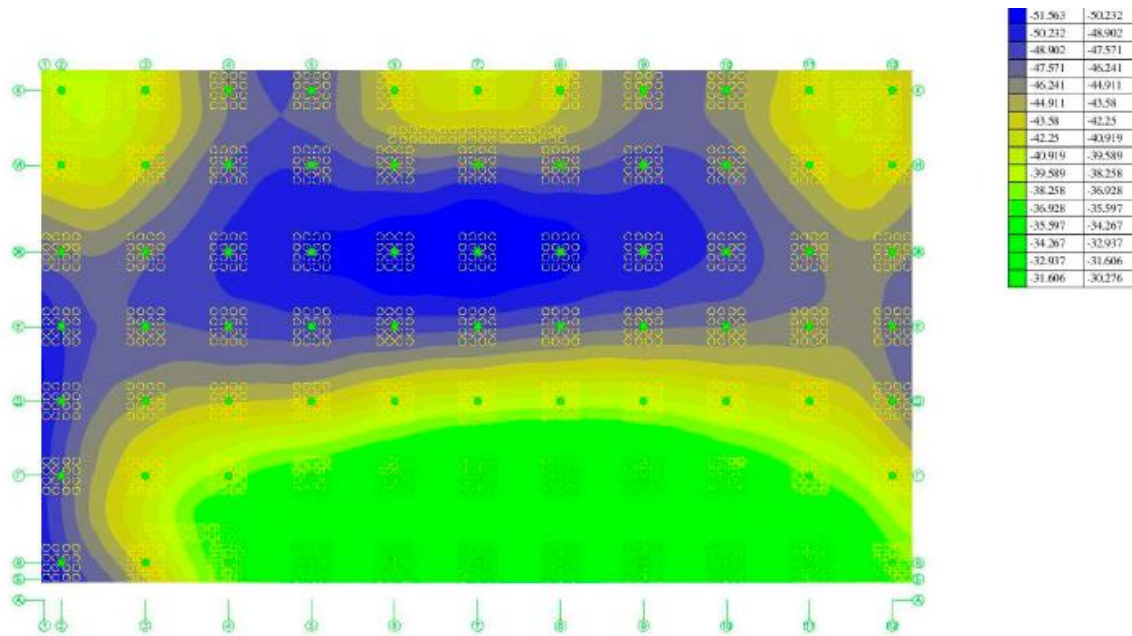


Рисунок 5 - Осадка фундамента

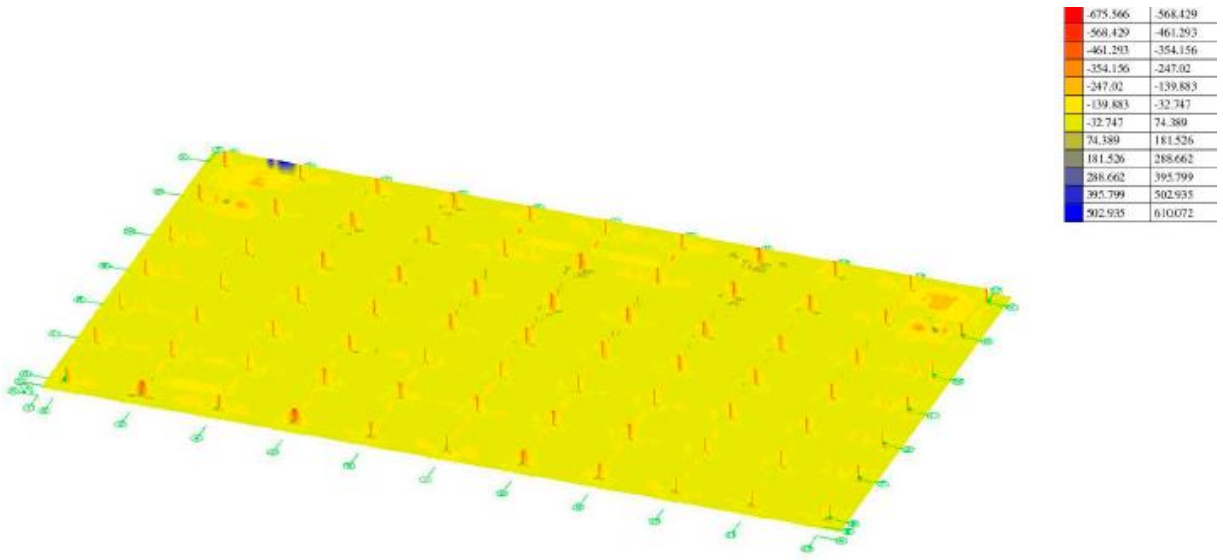


Рисунок 6 - Продольные усилия N_x

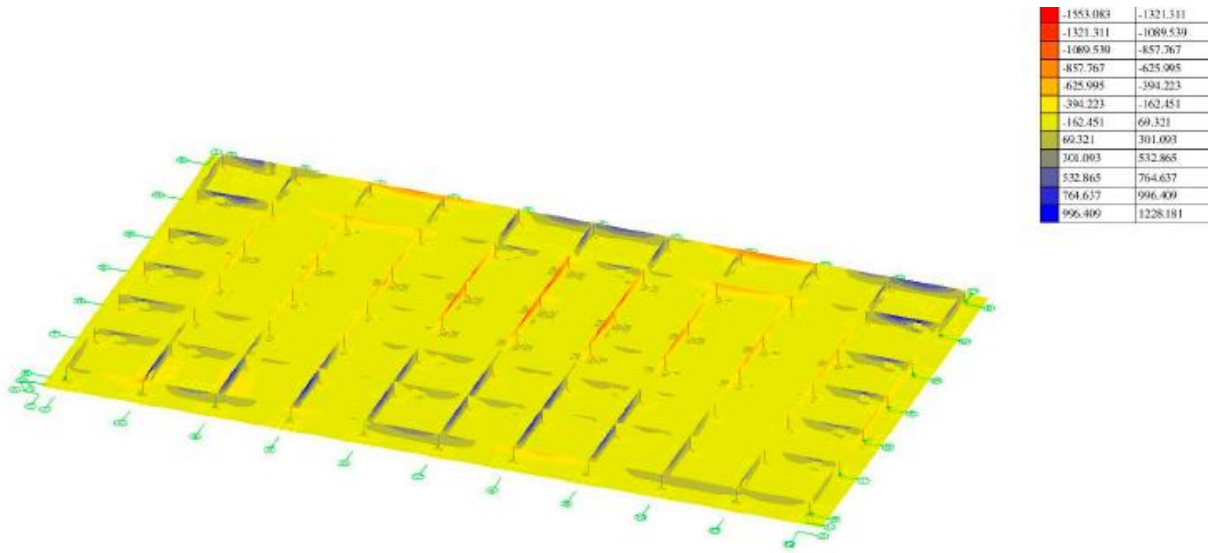


Рисунок 7 - Продольные усилия N_y

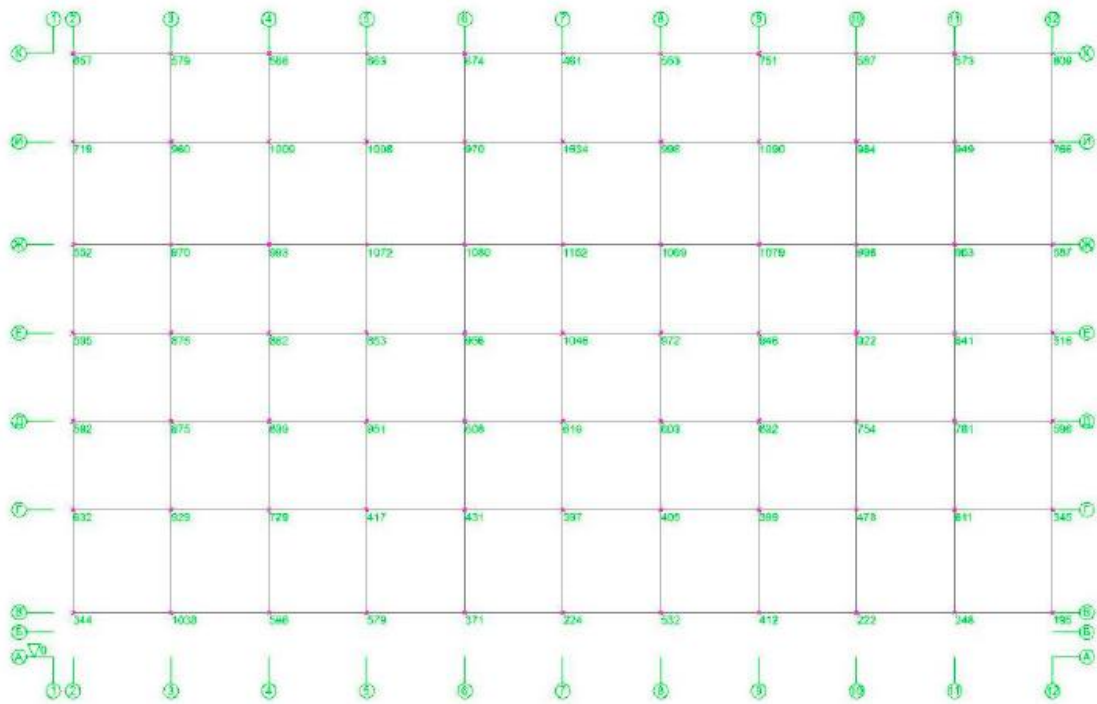


Рисунок 8 - Расчетная нагрузка

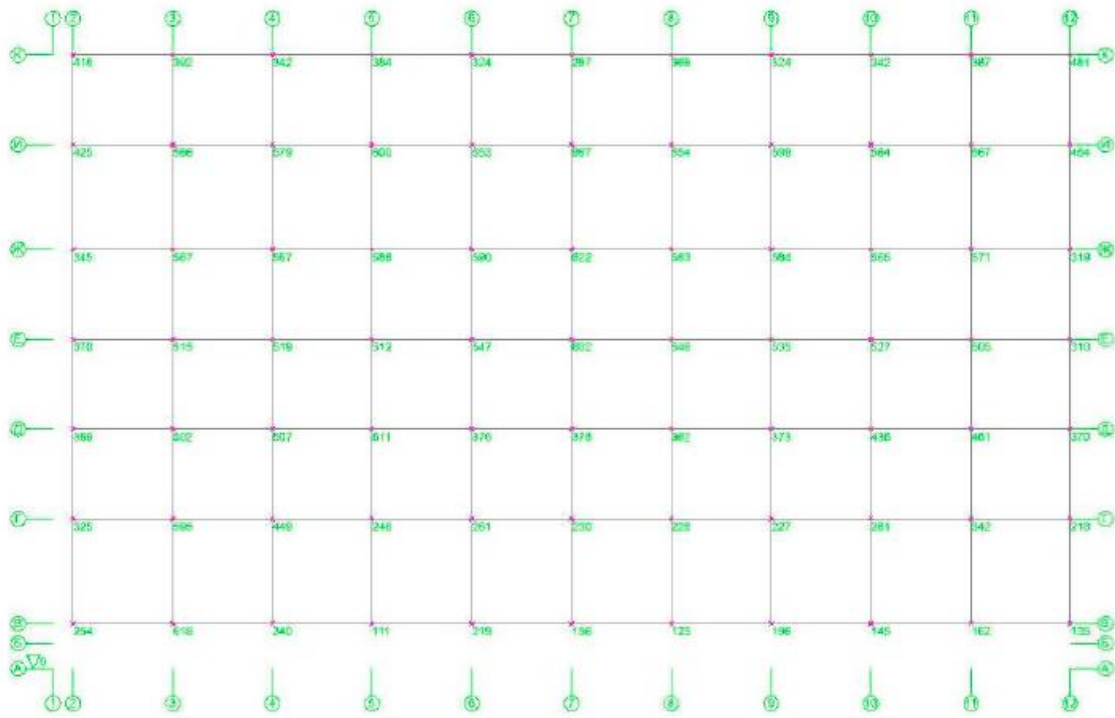


Рисунок 9 – Нормативная нагрузка

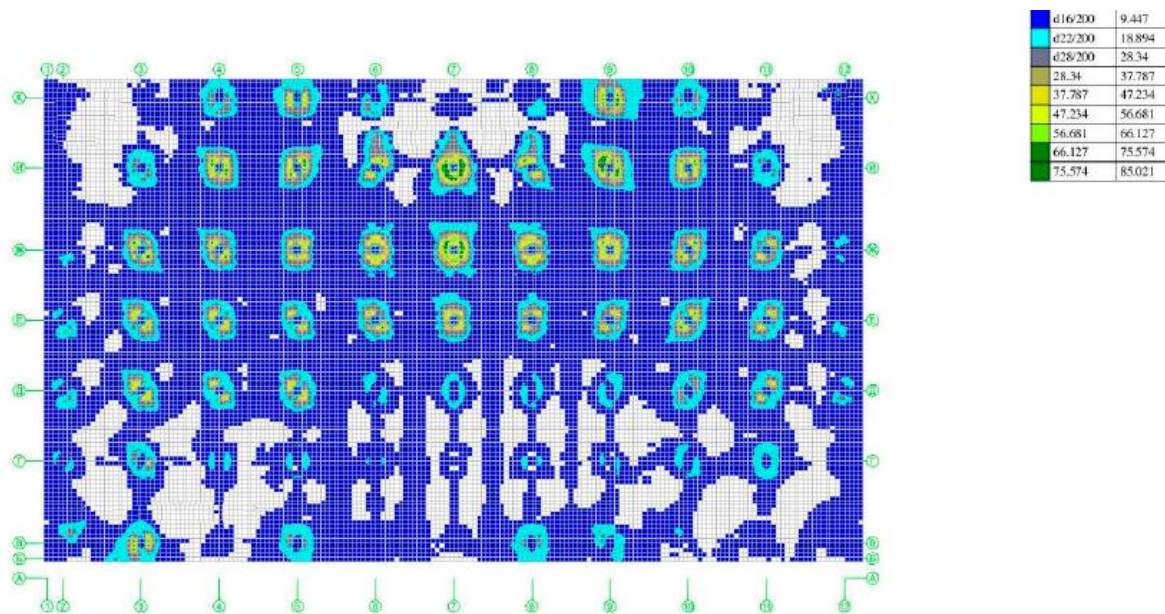


Рисунок 10 - Расчет подбора арматуры плиты фундамента

На основании вычисленных расчетных сочетаний усилий от всех возможных нагрузок выполнялся подбор армирования для конструкций. По результатам расчета принято армирование основной рабочей арматурой Ø25 мм А500АС с шагом 200х200 мм с локальными зонами усиления Ø25-28 мм А500С шагом 100х100 мм и 200х200 мм [11].

Выводы

Выполнен расчет фундаментной монолитной плиты, определено сечение используемой при строительстве арматуры и класс применяемого бетона. Рассчитано общее перемещение конструкции ее осадка, продольные усилия.

Осадки фундамента лежат в диапазоне 30...52 мм, максимальная относительная разность осадок не превышает 0,0007. Полученные расчетом деформации основания не превышают предельных значений ($S_u = 150$ мм) [7].

Максимальный изгибающий момент:

- 1) вдоль продольной оси- 116 т·м/м;
- 2) вдоль поперечной оси- 142 т·м/м.

Максимальная продольная сила:

- 1) вдоль продольной оси- 675 т/м²;
- 2) вдоль поперечной оси- 1553 т/м².

Фундамент в виде монолитной «перевернутой» железобетонной ребристой плиты со свайным основанием достаточно актуален в строительной практике. Фундамент данного вида позволяет получить необходимые прочностные характеристики при трудных климатических условиях.

Список используемой литературы:

1. Руководство по проектированию фундаментных плит каркасных зданий. М., Стройиздат, 1976, 128 с. (Науч.- исслед. ин-т оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР НИИОСШ).
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.
3. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

4. СП 116.13330.2012. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.
5. СП 24.13330.2021. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
6. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003.
7. СП 25.13330.2020. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
8. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
9. Кравченко, В.С. Расчет оснований и фундаментов. Руководство пользователя / В.С. Кравченко. – Киев: Электронное издание, 2006. – 33 с.
10. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции : Общий курс / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов.– 5-изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1991. – 766 с. : ил. – (Учебники для вузов). – Предм. указ.: с. 762-767. – ISBN 5-274-01528-X.
11. Букша, В. В. Расчет и проектирование оснований и фундаментов промышленных зданий : учеб. пособие / В. В. Букша, Л. Н. Аверьянова, Н. Ф. Пыхтеева ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 110 с
12. Спиридонов В. М., Ильин В. Т., Приходько И. С. Типовые железобетонные конструкции зданий и сооружений для промышленного строительства : справ. проектировщика / под ред. Г. И. Бердичевского. — 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1981. — 488 с
13. Пособие по проектированию фундаментов на естественном основании под колонны зданий и сооружений (к СНиП 2.03.01-84 и СНиП 2.02.01-83) / Ленпромстройпроект Госстроя СССР. — М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. — 112 с.

УДК 69

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН АВАРИЙНОГО СОСТОЯНИЯ
И МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОБЪЕКТА КУЛЬТУРНОГО
НАСЛЕДИЯ "ДОМ КАНУННИКОВА", XVII В., Г. ГОРОХОВЕЦ,
ВЛАДИМИРСКАЯ ОБЛАСТЬ**

О.М. ПОПОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-221, E-mail: olenkaropova1997@mail.ru

М.В. ГРЯЗНОВ – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра строительных конструкций, E-mail: zyfnzz@yandex.ru

Аннотация: Представлено описание архитектурного и объемно-планировочного решения здания. Описаны инженерно-геологические и гидрогеологические условия и их влияние на характер развивающихся деформационных процессов. Предложены основные противоаварийные мероприятия по инъецированию кирпичных сводов для исключения дальнейшего выхода их из работы.

Ключевые слова: памятник, инъецирование, деформации, кирпичный свод, усиление.

Дом Канонникова (Канунникова) в городе Гороховце является памятником градостроительства и архитектуры федерального значения. Расположен на берегу р. Клязьма. Время постройки – конец XVII века. Представляет собой интересный образец древнерусских каменных жилых зданий, возведенных по аналогии с деревянными, поставленных на высокий подклет, и состоит в плане из жилых клеток с сенями посередине (рис. 1).



Рисунок 1 – Общий вид южного и западного фасадов здания

Несущими грунтами основания являются суглинки легкие песчанистые, тугопластичные, непросадочные и пески мелкие, средней плотности, водонасыщенные. Характерным для несущего слоя (мелкого песка) является плоскостное расположение под всей территорией района исследования и утолщение с приближением к обрывному склону береговой возвышенности. Кровля подстилающего водоупорного суглинка ближе к руслу реки имеет существенное увеличение уклона, способствующее развитию оползневых процессов в вышерасположенном слое структурно неустойчивых песков при их обводнении от собственного веса и особенно при действии дополнительной нагрузки от здания, расположенного в непосредственной близости от крутопадающего склона.

Здание испытывает сложную систему неравномерных осадок фундаментов с большей их величиной под фундаментами северного фасада и оползневый крен в сторону реки. Деформационные процессы характерны для весеннего таяния снегов и обильных атмосферных осадков в летне-осенний период. Особые условия деформационных процессов в грунтовом основании развиваются при подъеме паводковых русловых вод р. Клязьмы, когда происходит подтопление структурно неустойчивого песчаного основания фундаментов снизу-вверх и обводнение территории застройки здания. В этом случае полному водонасыщению подвергается не только

песчаный грунт несущего слоя основания, но и пригрузочные слои грунта, расположенные выше подошвы фундамента. При спаде воды в реке масса насыщенного водой грунтового основания в зоне оползневого скольжения увеличивается, а, следовательно, возрастает динамика оползневого процесса.

В последние годы состояние дома № 44 ухудшилось с появлением новых деформационных трещин и большим раскрытием уже существовавших, особенно на северной наружной стене, состояние которой следует квалифицировать, как аварийное.

В данной работе рассмотрим перекрытия здания. Помещения дома перекрыты системой сомкнутых сводов (рис 2, 3), а сени и коридоры - коробовыми сводами. Толщина сводов принята в кирпич и составляет 280...300 мм. Отделка сводов – известковая обмазка.

Кирпич красный глиняный размером, аналогичным размеру кирпичей, примененных для стен. Свод на втором этаже в осях 1-2/В-Г, возведённый в советское время после обрушения, толщиной 250 мм имеет размер кирпича обыкновенного.

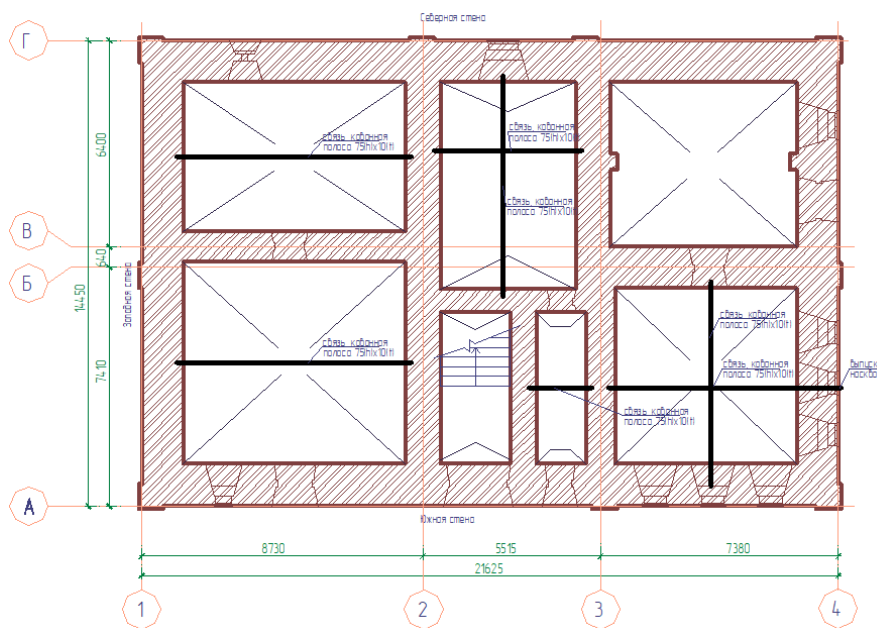


Рисунок 2 – Схема расположения воздушных связей сводов 1 этажа

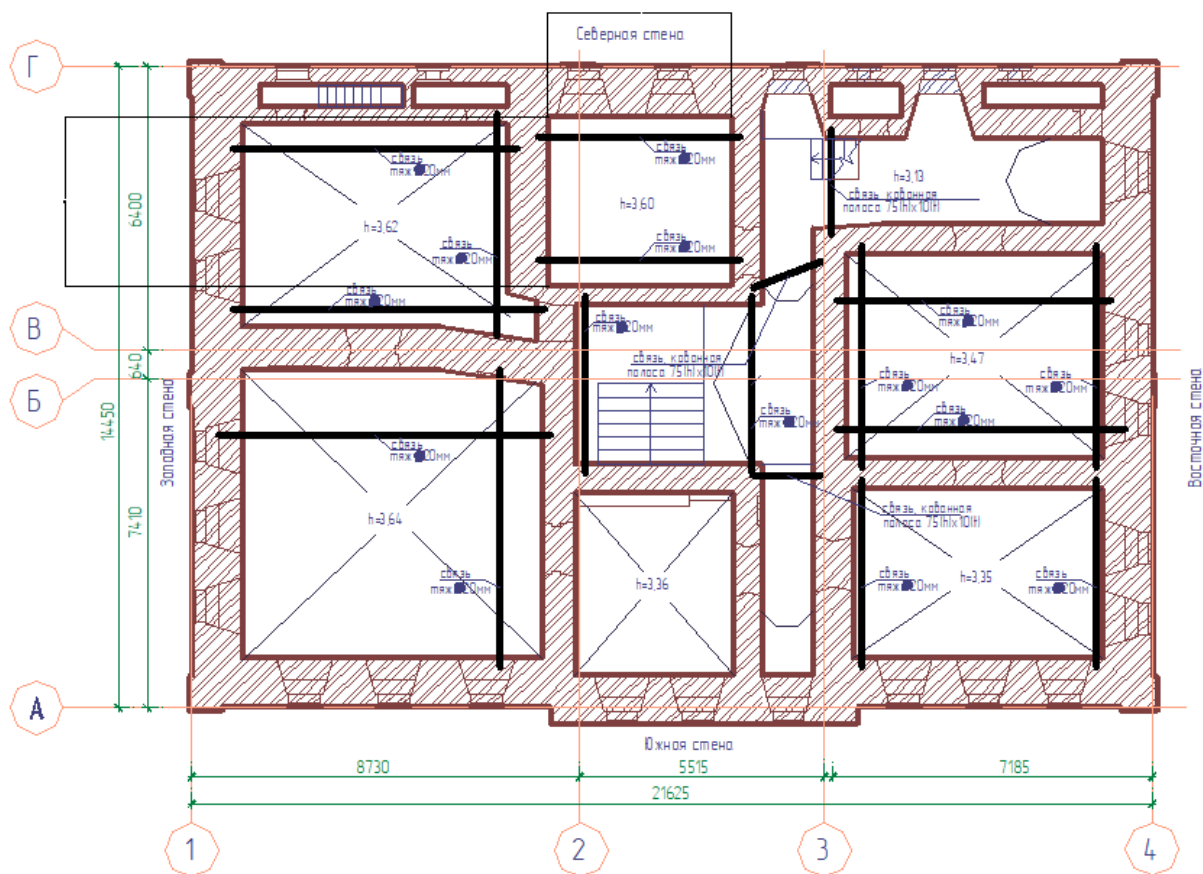


Рисунок 3 – Схема расположения воздушных связей сводов 2 этажа

Полы выполнены деревянными, уложенными на лаги из окантованных бревен, которые, в свою очередь, опираются на кирпичные столбики. Кирпичные столбики опираются как на кладку свода, так и на засыпку пазух строительным мусором. Состояние лаг оценивается как неудовлетворительное и непригодное к дальнейшей эксплуатации из-за загнивания.

На нижней поверхности сводов в основном второго этажа выявлены идущие по вертикали и диагонали трещины, имеющие продолжение на стенах (рис. 4, 5).



Рисунок 4 – Продольные трещины в сводах второго этажа



Рисунок 5 – Трещина в кладке пяты свода второго этажа

На сводах видны следы частого ремонта трещин путем зачеканивания с последующей обмазкой и проявления их вновь. Данное обстоятельство свидетельствует о периодичности происходящих деформационных процессов. Своды на втором этаже и на первом в северной части имеют следы протечек и замокания. Кованые воздушные связи в палатах на втором этаже, как в продольном, так и в поперечном направлении отсутствуют, кроме связей в сенях. Имеются выполненные в 2002 г. воздушные свя-

зи из арматурной стали.

Кирпичные своды высотой сечения до 0,3 м воспринимают полезную нагрузку от собственного веса, засыпки пазух с конструкцией пола и полезную нагрузку.

Трещины в сводах являются следствием общих деформаций здания. Распор после демонтажа связей второго этажа в 50-х – 60-х гг. прошлого века воспринимался в основном массивными стенами. В целом состояние кирпичных сводов оценивается как ограниченно работоспособное. Требуется проведение ремонтно-реставрационных работ, при которых необходимо выполнить усиление сводов в зоне трещин и изменение конфигурации связей.

Восстановление целостности кладки предложено выполнить следующими приемами:

- инъектированием стен, имеющих трещины;
- вычинкой при глубине повреждения более 50 мм;
- докомпановкой при глубине повреждения менее 50 мм.

Порядок производства работ по инъектированию кладки стен и сводов принять следующий:

1. Выполнить маркировку мест сверления скважин по траекториям трещин с шагом 500 мм (рис. 6–8);
2. Сквозные трещины стен с обеих сторон кладки зачеканиваются на глубину 10...20 мм инъекционным раствором. На внутренней стороне стены оставляются контрольные отверстия с частотой 0,5–1,5 м друг от друга;
3. Для тупиковых трещин зачеканка производится с одной стороны, а инъекционные трубки чередуются одна после другой;
4. При наличии сети мелких волосяных трещин поверхность кладки обмазывается полностью с втиранием раствора в прижим;

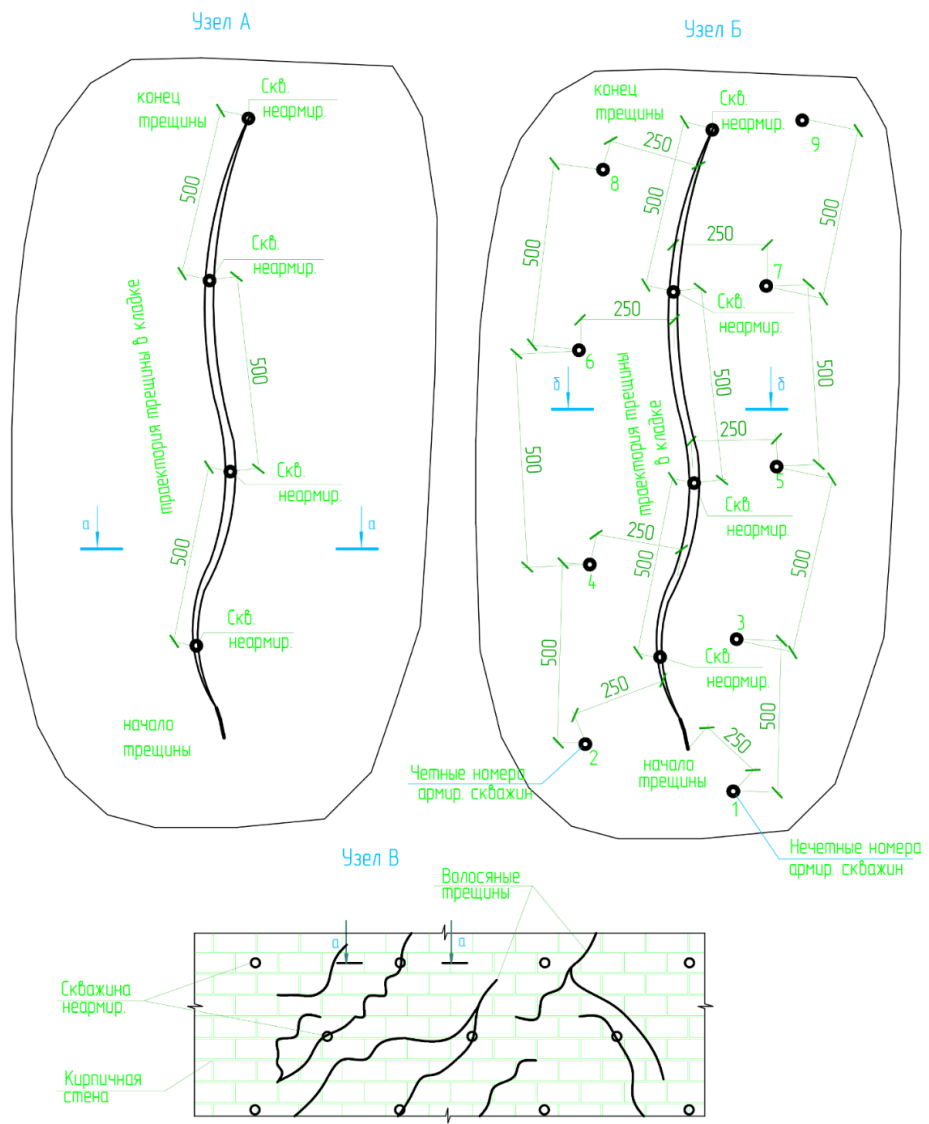


Рисунок 6 – Схема расположения скважин инъецирования (узлы А, Б, В)

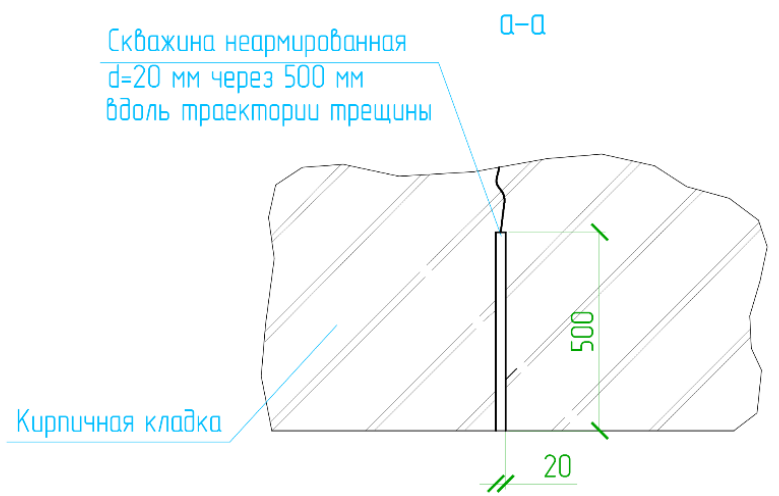


Рисунок 7 – Схема расположения скважин инъецирования (а-а)

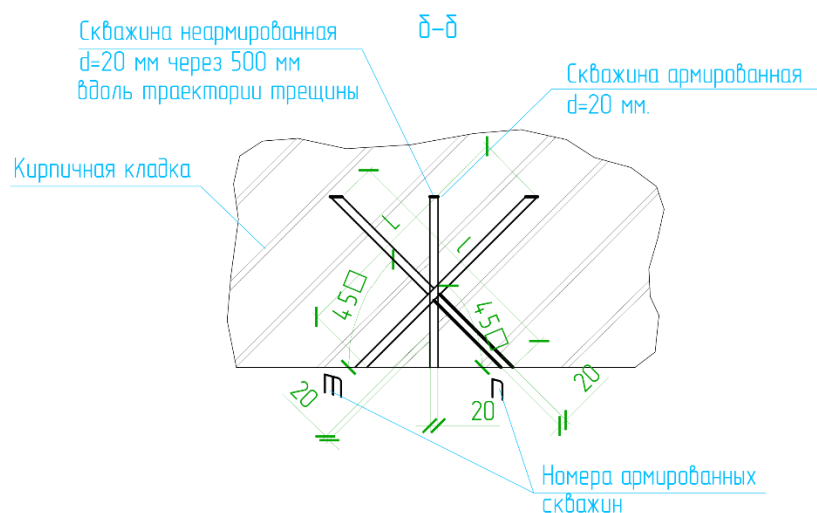


Рисунок 8 – Схема расположения скважин инъецирования (б-б)

5. Выполнить сверление скважин;
6. Прочистить скважины. Прочистку осуществлять возможно двумя способами.

Первый – прочистить ершом из натуральной щетины или искусственного волокна (допускается стальной ерш). Диаметр ерша должен быть равным или несколько меньше диаметра скважины. Механическую очистку ершом необходимо чередовать с промыванием скважины тонкой сильной струей воды. Средний расход воды на каждую скважину 3–5 л.

Второй – произвести механическую очистку скважин стальным ершом и продуть их воздухом под давлением 2,5 атм., установив конец тонкого шланга, подающего воздух, на дне каждой скважины.

7. Установить в скважины инъекционные трубки на глубину 5–7 см на гипсовом растворе;
8. Приготовить раствор для инъецирования состава: известь-цемент-каменная мука-вода в пропорции (в объёмных частях) 1:0,5:2:3. Требования к исходным материалам:

- известь-тесто – маломagneзиальная, без примесей, не ниже II сорта ГОСТ 9179-77,

- портландцемент марки 400 (серый) ГОСТ 10178-85,
- каменная мука – тонкость помола менее 0,14 мм,
- вода – без посторонних примесей, запаха, красителей.

В качестве инъекционных растворов также допускается применять специальные инъекционные продукты, например, Kalkinjektionsmortel (Kalk Kontor), AidaBohrlochsuspension (Remmers), «Реновир Инжект» (ООО «РМ»), Рунит Инъекционный (Ажиопроект) или соответствующие растворы производства компании BAUMIT.

9. Закрепление верхнего структурного слабого слоя стенок трещин осуществляется аэрацией эмульсии инъекционного раствора жидкой консистенции до появления в контрольных отверстиях признаков влаги;

10. Нагнетание инъекционного раствора:

- начальное давление при нагнетании не должно превышать 0,5–0,8 атм.

Нагнетание производится до отказа. Заполнение считается законченным, если раствор не подается в нее при давлении 1,5–2 атм. (отказ);

- места прорыва или утечки раствора заделываются гипсом, который по окончании работ должен быть удален. После выдержки 5–10 минут инъекция раствора продолжается по той же технологии;

- при большом поглощении инъекционного раствора процесс консервации выполняется в два этапа для предотвращения расслабления тела укрепляемой кладки;

11. Инъекционные трубки удаляют из скважин по окончании нагнетательного процесса;

12. Углубления от скважин (устья) зачеканиваются раствором, а поверхность кладки очищается;

13. Инъекционные работы следует проводить при температуре воздуха не ниже +5°C и заканчивать не позднее, чем за месяц до наступления осенних заморозков, либо вести в отапливаемых тепляках;

14. В местах установки анкеров после выполнения работ по инъекцированию рассверливается заново скважина до требуемой глубины, устанавливается анкер в скважину, вставляется тонкостенная трубка с внутренним диаметром 1,5–2 мм до дна скважины для удаления воздуха, устанавливается инъекционная трубка, заделывается ввод ее в скважину гипсовым раствором, подается инъекционный раствор под давлением 0,5–0,8 атм.;
15. Для закачивания раствора применяется ручной инъекционный насос марки С-854.

Для поверочного расчета свода после усиления был выбран наиболее деструктированный кирпичный свод в осях 2-3/Б-Г пролетом 4,18 м, длиной 3,82 м. Высота сечения свода – 0,3 м. Для усиления инъекционным раствором принимаем марку цементно-песчаного раствора М100 толщиной до 5 см. Поскольку исследуемый свод является перекрытием, то при расчете учитывается нагрузка от собственного веса, а также принятая по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*» временная равномерно распределенная нагрузка по табл. 8.3 – 0,7 кПа. Так как расчет такого вида является стандартным решением, достаточно построить криволинейный элемент и задать жесткостные характеристики многослойных элементов для учета разности параметров для материалов: кирпича и инъекционного раствора (рис. 9).

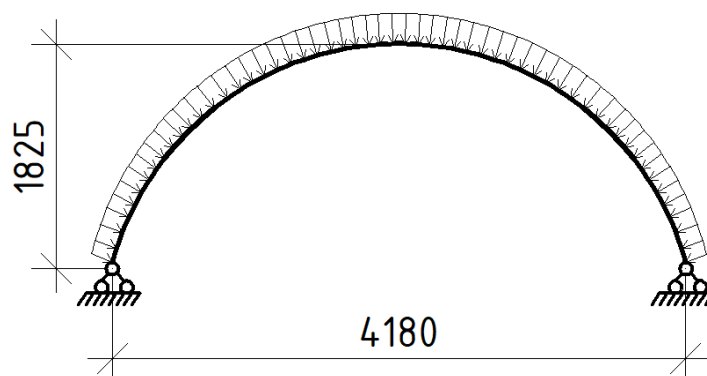


Рисунок 9 – Расчетная схема свода

Для построения очертания свода были приняты следующие параметры (рис. 10):

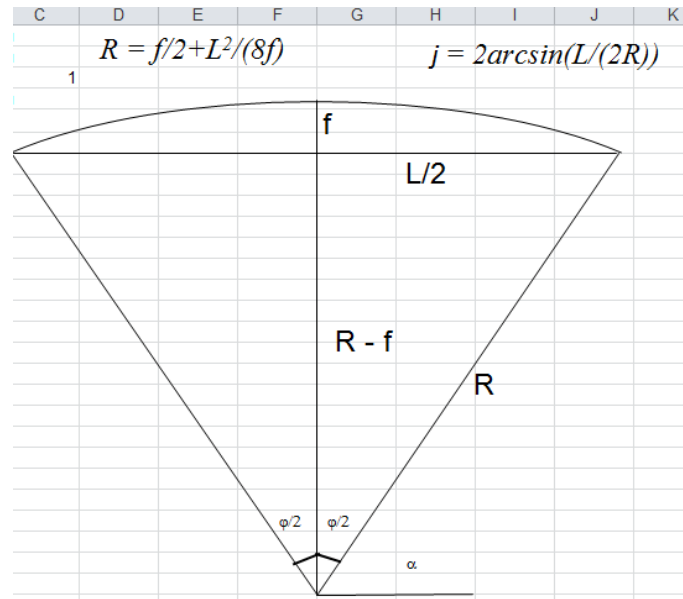


Рисунок 10 – Параметры для построения очертания свода

Расчетная схема свода, построенного в ПК SCAD Office 11.5, представлена на рис. 11:

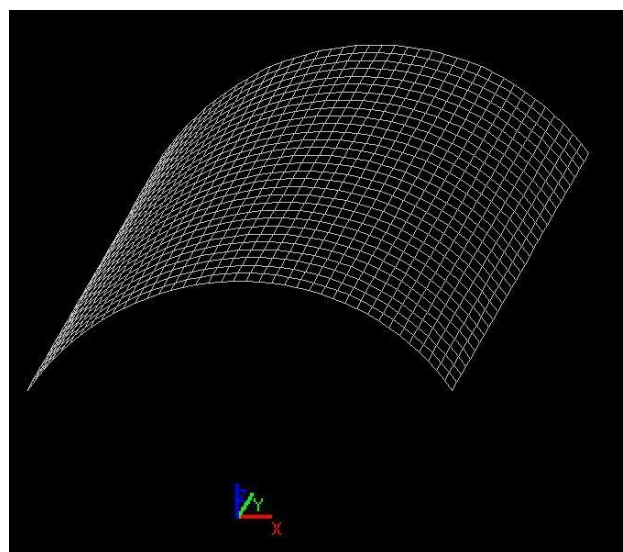


Рисунок 11 – Расчетная схема свода

Результаты расчета кирпичного свода, усиленного инъекционным раствором:

- Деформированная схема (рис. 12)

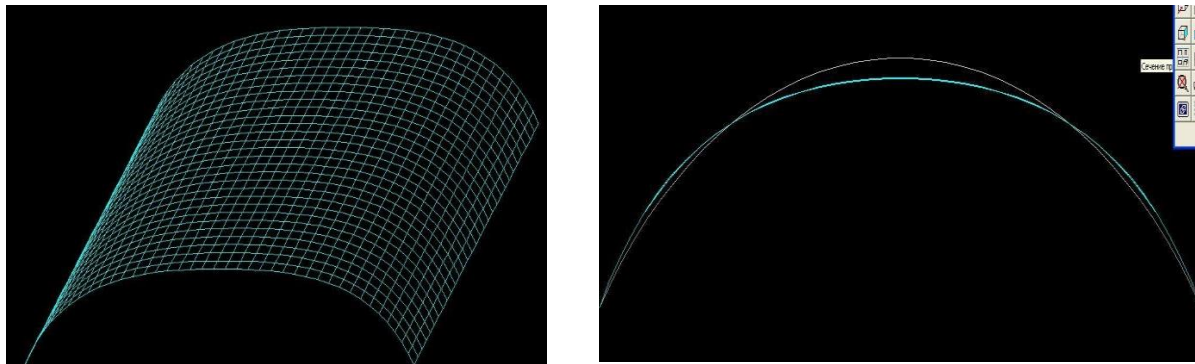


Рисунок 12 – Деформированная схема

- Изополя напряжений:

Нормальные напряжения σ_x (рис. 13):

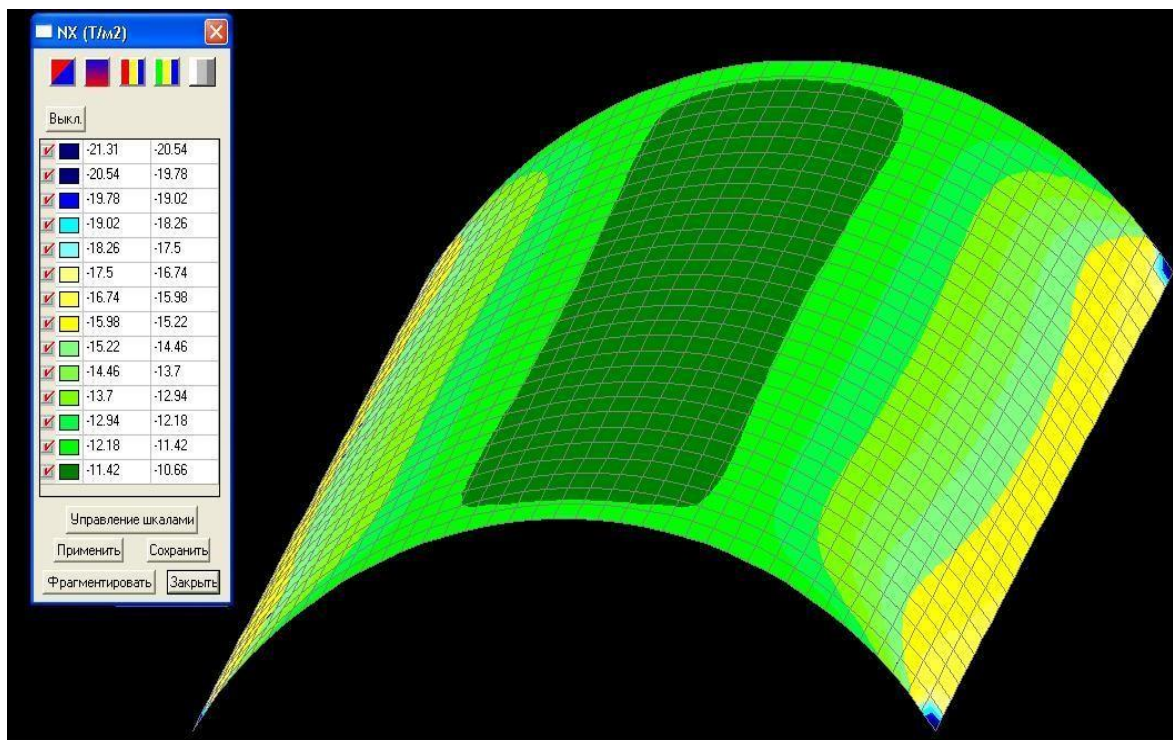


Рисунок 13 – Нормальные напряжения σ_x

Нормальные напряжения σ_y (рис. 14):

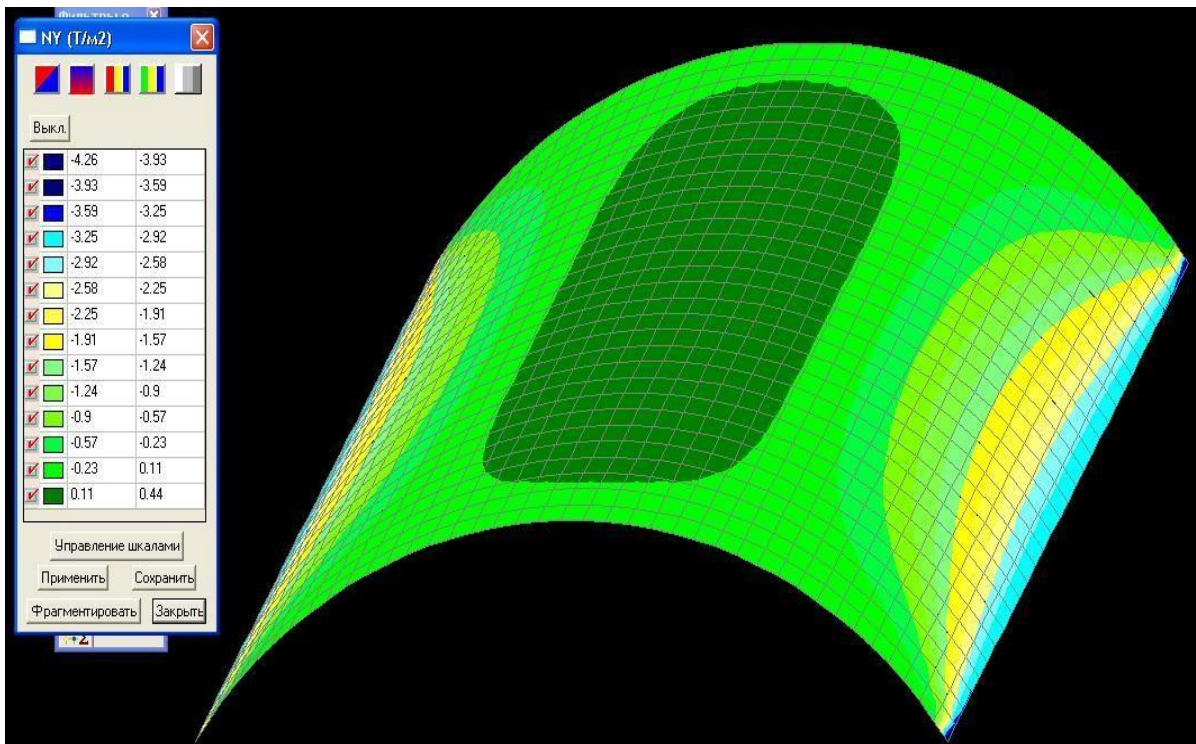


Рисунок 14 – Нормальные напряжения σ_y

Нормальные напряжения τ_{xy} (рис. 15):

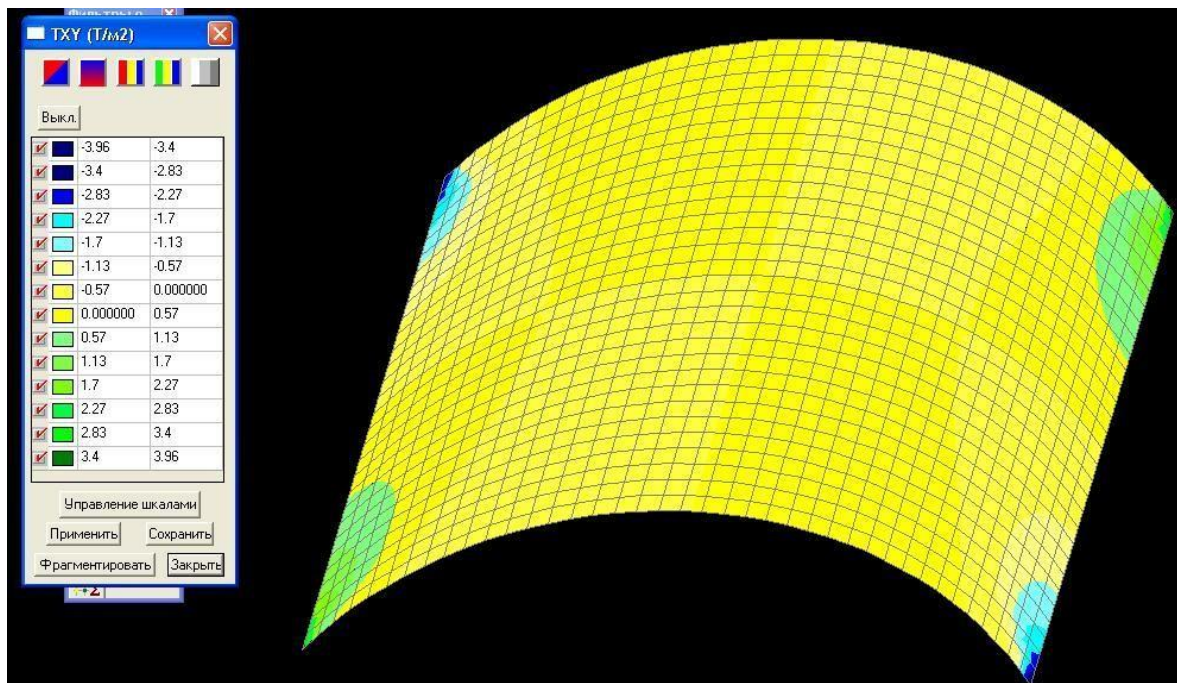


Рисунок 15 – Нормальные напряжения τ_{xy}

По результатам поверочных расчетов и на основании проведенных исследований можно сделать вывод, ориентировочная прочность инъекционных растворов на сжатие составляет 15–25 МПа, а запас несущей способности кирпичных сводов, усиленных инъектированием полимерными растворами, увеличивается на 30%. Таким образом переводя техническое состояние конструкций из ограниченно работоспособного в работоспособное. Эксплуатация конструкций становится возможной при контроле технического состояния.

Список используемой литературы:

1. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». М.: Стандартинформ, 2014 г.
2. ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения». М.: Стандартинформ, 2015 г.
3. СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений». М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004 г.

**КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ,
ВЕНТИЛЯЦИИ И ГИДРАВЛИКИ**

СТРУЙНЫЙ НАСОС

П. Ю. ПАЗУХИН – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-320, E-mail: pazukhin33@mail.ru

Б. Н. БОРИСОВ – к.т.н., доцент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики, E-mail: boris_borisov_v_v@mail.ru

Аннотация: Описаны понятия насос, эжектор, инжектор, элеватор, схема работы струйного насоса, устройство струйного насоса достоинства и недостатки струйного насоса, посчитана высота подъема воды гидроэлеватором.

Ключевые слова: струйный насос, расход, подача, давление рабочей жидкости, камера смешения, диффузор, гидроэлеватор, скорость.

Насос – машина для подачи/перемещения жидкостей и газа. В промышленности применяются машины струйного типа. Модификации струйных насосов делятся на 3 типа: эжектор, инжектор, элеватор [1-3].

Эжектор – устройство, при помощи которого происходит передача кинетической энергии от одной среды, движущейся с достаточно большой скоростью, к другой (рис. 1).

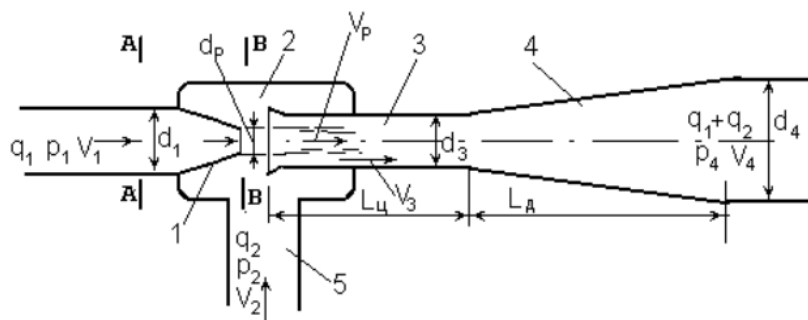


Рисунок 1 – Схема эжектора: 1 – сопло; 2 – вакуумная камера; 3 – камера смешения; 4 – диффузор; 5 – всасывающий патрубок

Инжектор – устройство для сжатия, паров, газов, жидкостей, их нагнетание в другие узлы (рис. 2).

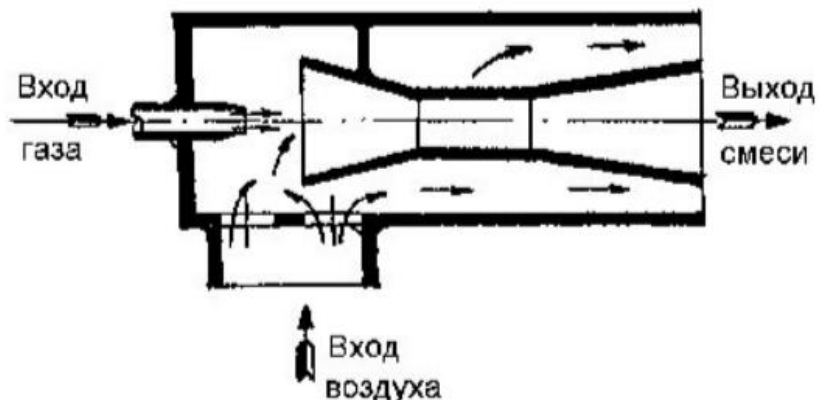


Рисунок 2 – Схема инжектора

Элеватор – устройство для смешения жидкостей и газов (рис. 3).

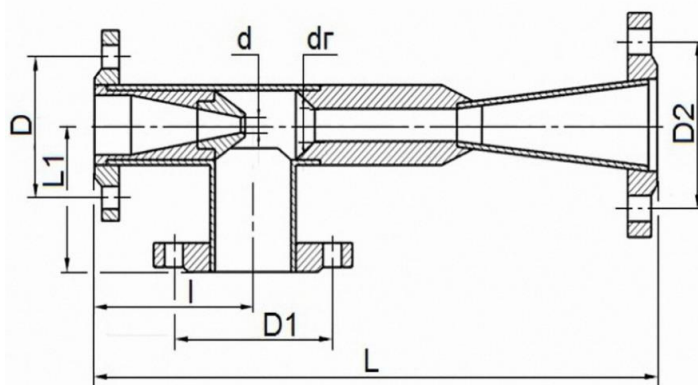


Рисунок 3 – Схема элеватора

Струйный насос – насос, в котором пассивный поток получает энергию и перемещается благодаря смешению с активным потоком, обладающим большей энергией.

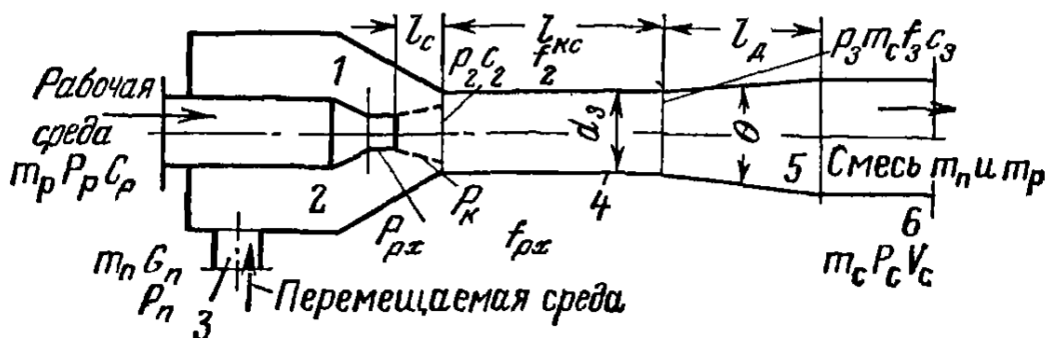


Рисунок 4 – Схема струйного насоса

Принцип работы струйного насоса следующий (см. рис. 4). Рабочая жидкость вытекает с высокой скоростью через сопло 1 в приемную камеру 2. Струя рабочей жидкости в приемной камере смешивается с перемещаемой жидкостью, поступающей по трубе 3. Благодаря трению и импульсному обмену на поверхности струн в приемной камере происходит захватывание и перемещение жидкости, поступающей по трубе 3 в камеру смешения 4 и далее в конический диффузор 5. В камере смешения происходит обмен между рабочей и перемещаемой жидкостями, в диффузоре протекает процесс превращения кинетической энергии в потенциальную. Из диффузора жидкость поступает в напорный трубопровод.

Из графика характеристика водоструйного насоса (рис. 5) можно заметить, что при любом коэффициенте инжекции повышение давления водоструйного насоса тем выше, чем меньше площадь сечения камеры смешения относительно площади выходного сечения сопла рабочей жидкости.

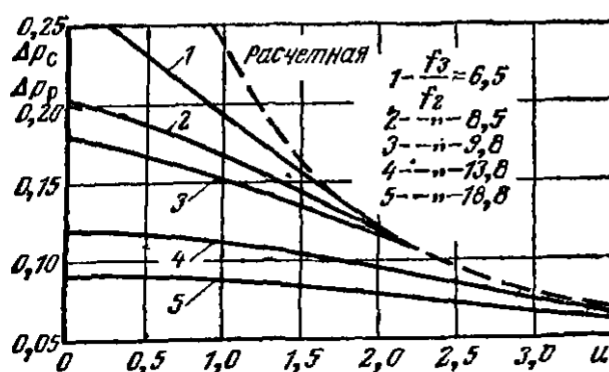


Рисунок 5 – Характеристика водоструйного насоса

Классификация струйных насосов:

- по типу рабочего тела: водоструйные; пароструйные; водухоструйные;
- по назначению: питательные; водоотливные;
- по числу ступеней: одноступенчатые; многоступенчатые.

– по присоединению насосов к обслуживаемому объекту: эжекторы – присоединены всасывающим патрубком; инжекторы – присоединены нагнетательной частью к обслуживаемому объекту.

Основные параметры струйного насоса: расход рабочей жидкости; расход перемещаемой жидкости (подача насоса); давление рабочей жидкости; давление перемещаемой жидкости; давление смешанной жидкости за насосом.

Преимущества струйных насосов: отсутствие необходимости регулярного технического обслуживания; простота конструкции; простота монтажа; большая область использования.

Недостатки струйных насосов: низкий КПД; потребность в больших объемах жидкости.

Люди используют струйные насосы в частных домах, для выкачивания воды из водоёмов или из колодцев и скважин. У струйных насосов широкая область применения помимо использования в быту, например, перекачивания жидкости, газа и пара, пожаротушение, добыча нефти, гидроэлектростанции, работа канализационных систем.

Рассчитаем высоту подъема воды гидроэлеватором.

Для добычи из артезианской скважины в Судогодском районе Владимирской области используем гидроэлеватор при следующих данных: глубина динамического уровня воды $z = 15$ м; напор насоса 4К-6 $H = 98$ м; подача $Q = 65$ м³/ч (18 л/с); диаметр скважины $d = 300$ мм; диаметр внутренней трубы кольцевого гидроэлеватора: $d_{\text{нар}} = 140$ мм и $d_{\text{вн}} = 131$ мм; диаметр трубы 158 мм (используется погружной насос ЭЦВ 12-160-100).

Площадь сечения кольцевого межтрубного пространства для подачи рабочей воды от насоса равна

$$f_1' = 0,785(0,158^2 - 0,14^2) = 0,0042 \text{ м}^2.$$

При расходе рабочей воды $Q_1 = 18 \text{ л/с} = 0,018 \text{ м}^3/\text{с}$ находим ее скорость в кольцевом пространстве

$$v_1' = \frac{Q_1}{f_1'} = \frac{0,018}{0,0042} = 4,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Гидравлический радиус кольцевого пространства:

$$\delta = \frac{1(0,158^2 - 0,140^2)}{4(0,158 + 0,140)} = 0,0045 \text{ м}.$$

Примем температуру артезианской воды $+5 \text{ }^\circ\text{C}$. Тогда число Рейнольдса равно

$$\text{Re} = \frac{10 \cdot 4 \cdot 0,0045 \cdot 10^6}{1,548} = 116280.$$

Считая трубу гидравлически шероховатой, найдем коэффициент сопротивления трению

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{68}{116280} + \frac{0,5}{158} \right)^{0,25} = 0,027.$$

Тогда потери по длине составят

$$h_{\text{дл}} = \lambda \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} = 0,027 \cdot \frac{15}{0,158} \cdot \frac{4,3^2}{2 \cdot 9,81} = 2,41 \text{ м}.$$

Глубину погружения гидроэлеватора принимаем предварительно 15 м. Из уравнения

$$15 = (1 + 0,1) \frac{v_2^2}{19,62}$$

находим, что $v_2 \approx 16 \text{ м/с}$.

К напору, создаваемому насосом, прибавим глубину от земной поверхности до динамического уровня

$$H = 98 + 15 - 2,41 \approx 111 \text{ м.}$$

Имеем

$$111 = (1 + \xi) \frac{v_1^2}{2g},$$

где ξ – коэффициент дополнительных сопротивлений при переходе рабочей среды в вертикальных каналах головки гидроэлеватора и при повороте рабочего потока к конусу насадки ($\xi = 0,1$).

Отсюда получаем, что $v_1 = 44$ м/с.

Принимаем третий класс чистоты гидроэлеваторов.

Осредненную скорость смешивающихся потоков в начале смешительной камеры получим из уравнения

$$44 + 0,159 \cdot 16 = (1 + 0,159)v_3'.$$

Отсюда получаем, что $v_3' = 41$ м/с.

Следовательно

$$v_3 = \frac{41}{1,3} = 31 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Необходимая глубина погружения гидроэлеватора в воду:

$$z_{\text{пог}} = 1,1 \cdot \frac{16^2}{19,62} = 15 \text{ м.}$$

Площадь выхлопной трубы гидроэлеватора:

$$f_4 = 0,785 \cdot 0,131^2 = 0,01345 \text{ м}^2.$$

Скорость воды в этой трубе:

$$v_4 = \frac{0,044}{0,01345} = 3,27 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Высота подъема воды:

$$z_{\text{под}} = \frac{31}{9,81} (41 - 31) + 0,7 \cdot \frac{31^2}{19,62} = 66 \text{ м} > 15 \text{ м}.$$

Вывод: Есть возможность заменить погружной насос ЭЦВ 12-160-100 на водоструйный насос 4К-6 (65 м³/ч – 18 л/с).

Список используемой литературы:

1. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры / В.М. Черкасский. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.
2. Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т.М. Башта [и др.]. – М: ИД Альянс, 2010. – 423 с.
3. Насосы: Каталог-справочник. – Л.: Машгиз, 1960. – 552 с.

УДК 721.011

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГИИ СОЛНЕЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМАХ ЗДАНИЙ

А. Ф. УСМАНОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-221, E-mail: ussmannn4@gmail.com

М. В. КАЛИНИЧЕНКО – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-221, E-mail: mrg.ka@yandex.ru

М. В. ГАВРИЛОВ – ст. преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики, E-mail: gavrilov_mv@inbox.ru

Аннотация: рассмотрены различные системы, использующие солнечную энергию, отмечены преимущества и недостатки данных систем; приведен

сравнительный анализ основных коллекторов – плоских, вакуумных и воздушных.

Ключевые слова: солнечная энергия, солнечные коллекторы, солнечные батареи, солнечные панели, солнечные концентраторы.

Открытые мировые запасы угля и газа будут исчерпаны в течение ближайших 100 лет, если разработка будет вестись нынешними темпами. Считается, что неразведанных запасов ископаемого топлива хватит на два-три столетия. Однако наши внуки будут лишены этой энергии, а продукты сгорания нанесут большой ущерб окружающей среде. Солнечная энергия – это возобновляемый источник энергии, получаемый естественным путем без вмешательства человека. Это один из самых экологически чистых источников энергии, который не загрязняет окружающую среду. Возможности использования солнечной энергии практически безграничны, и ученые всего мира работают над созданием систем, расширяющих потенциал использования солнечной энергии.

Существует множество различных систем, использующих солнечную энергию для нагрева воды, от простых систем с естественной циркуляцией (основные компоненты: солнечный коллектор, накопительный бак) до сложных систем с принудительной циркуляцией воды (основные компоненты: солнечный коллектор, накопительный бак, насос – см. рис. 1). Каждая система имеет свои преимущества и недостатки. При выборе системы важно учитывать экономию энергии, надежность компонентов, эффективность защиты от замерзания и долговечность труб коллектора. Условия эксплуатации системы и выбор места установки должны определяться в соответствии с климатическими и топографическими условиями.

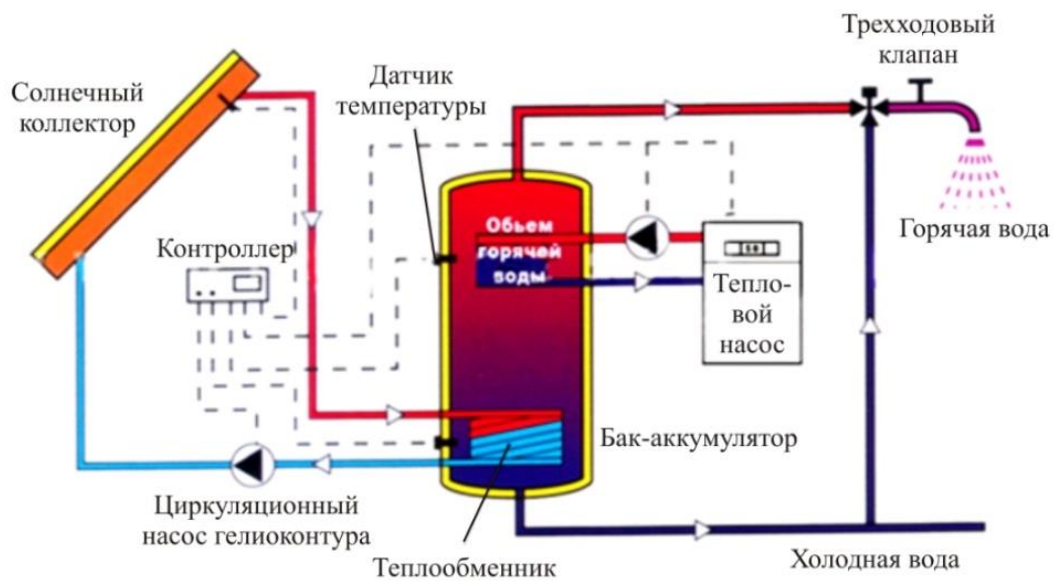


Рисунок 1 – Система с солнечным коллектором для подачи воды

Солнечные коллекторы используются в центре искусственных систем солнечной энергии. Коллектор может поглощать солнечную энергию и преобразовывать ее в тепло, отапливать здания, нагревать воду и преобразовывать ее в электрическую энергию и т.д. через теплоноситель. Солнечные коллекторы могут применяться во всех процессах промышленных, сельскохозяйственных и бытовых нужд, где используется тепло.

Основным элементом коллектора является теплоизолированная пластина из любого материала, хорошо проводящего тепло. Пластины окрашиваются в темные цвета. Солнечный свет проходит через прозрачную поверхность, нагревает пластину и затем передает тепло в помещение с помощью воздушных потоков. Воздух поступает за счет естественной конвекции или с помощью вентилятора, что улучшает теплообмен.

Но есть один недостаток: стоимость вентилятора также необходимо учитывать. Такие коллекторы работают в течение дня и не могут заменить основной источник отопления. Однако, если коллекторы установлены на основном источнике отопления или вентиляции, их эффективность непропорционально возрастает. Солнечные коллекторы также можно использо-

вать для опреснения морской воды, снижая производственные затраты до 40 евроцентов за кубический метр.

Солнечные коллекторы включают в себя плоские пластинчатые коллекторы, вакуумные коллекторы и воздушные коллекторы.

1. Плоские пластинчатые коллекторы преобразуют свободную энергию солнца в тепловую энергию, которая нагревает абсорбер, встроенный в коллектор. На абсорбер солнечного коллектора наносится покрытие для максимального поглощения солнечной энергии, попадающей на абсорбер, и предотвращения обратного излучения (рис. 2).

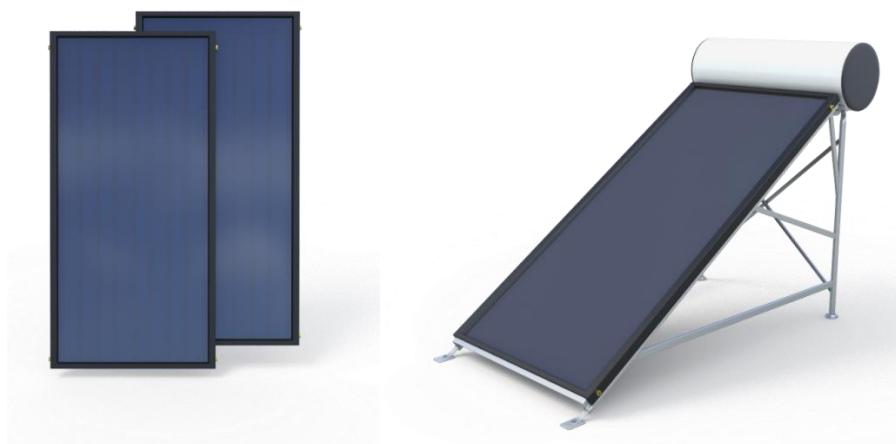


Рисунок 2 – Плоский пластинчатый коллектор

Солнечные коллекторы с плоскими пластинами обычно используются для нагрева воды в летние месяцы. Они имеют доступную цену, но в случае поломки требуется замена всего абсорбера. Процесс поглощения веществ из смеси газа или пара твердым абсорбентом и адсорбентом – используется для очистки воды от металлов и примесей.

2. Вакуумные – трубчатый солнечный коллектор (устройство для преобразования солнечной энергии в тепловую). Он представляет собой панель с множеством тонких стеклянных трубок. В них содержится адсорбирующий материал. Чтобы предотвратить потерю тепла, трубки вентиля-

руются. Это отличает вакуумные солнечные коллекторы от коллекторов с плоскими пластинами (рис. 3).

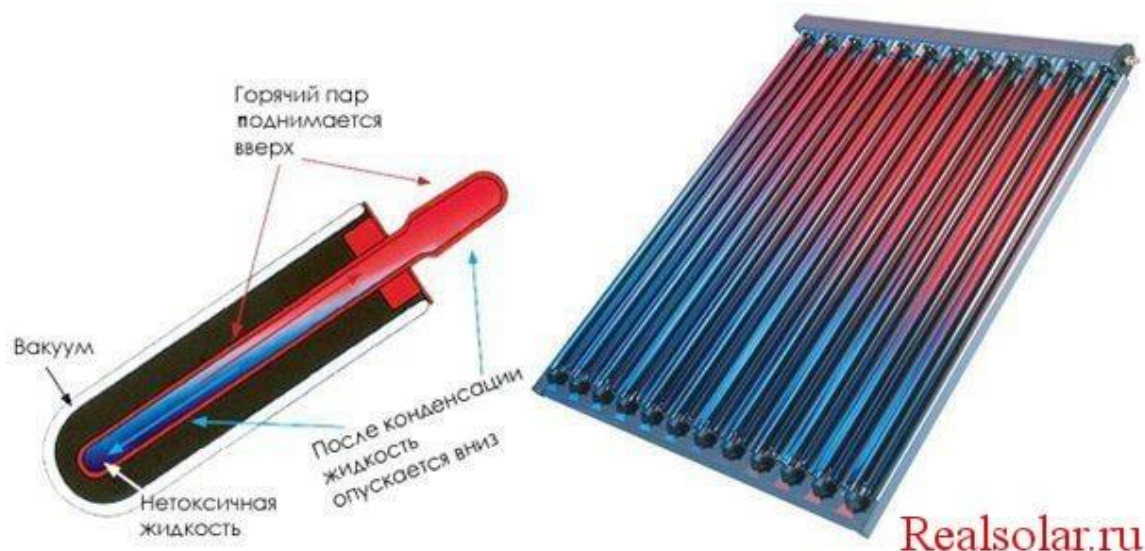


Рисунок 3 – Вакуумный коллектор

Вакуумные коллекторы используются для более серьезных нужд, чем плоские коллекторы: отопление, горячее водоснабжение круглый год. Однако такие системы не устойчивы к механическим воздействиям – их легко повредить. Но ремонт прост: нет необходимости менять всю конструкцию, достаточно заменить поврежденную трубу.

3. Воздушные – основаны на принципе теплицы. Воздушные солнечные коллекторы нагреваются солнечными лучами, и тепло передается в помещение через ресивер. Воздух может нагреваться за счет естественной конвекции или с помощью внутреннего вентилятора.

Воздушные коллекторы устанавливаются для нагрева воздуха в помещении. Они наиболее устойчивы к внешним воздействиям и перепадам температур и имеют длительный срок службы. Но они самые слабые с точки зрения нагрева.



Рисунок 4 – Воздушный коллектор

Преимущества и недостатки различных типов коллекторов представлены в таблице.

Солнечная панель – это совокупность модулей, которые принимают и преобразуют солнечную энергию, в том числе тепловую. Однако этот термин традиционно используется для обозначения фотоэлектрических устройств. Поэтому, когда мы говорим «солнечная панель», мы подразумеваем фотоэлектрическое устройство, которое преобразует солнечную энергию в электрическую (см. рис. 5).

Солнечные батареи могут генерировать электрическую энергию непрерывно или накапливать ее для последующего использования. Впервые солнечные батареи были использованы в космических спутниках.

Преимущества солнечных батарей в том, что они очень просты по конструкции, легко устанавливаются, требуют минимального обслуживания и имеют длительный срок службы. Для установки не требуется дополнительного места. Единственные требования – они не должны быть затенены в течение длительного времени, а рабочая поверхность должна быть очищена от пыли.

Таблица – Преимущества и недостатки различных типов коллекторов

Плоские коллекторы	Вакуумные коллекторы	Воздушные коллекторы
Преимущества		
Способность очищаться от снега и наледи	Низкие потери тепла	Простота конструкции
Высокая производительность летом	Работоспособность в холодное время года до -30С	Минимальная стоимость
Отличное соотношение цена/производительность для южных широт и тёплого климата	Способность генерировать высокие температуры	Эффективность систем воздушной сушки
Возможность установки под любым углом	Длительный период работы в течение суток	
Малая стоимость	Удобство монтажа	
	Отличное соотношение цена/производительность для умеренных широт и холодного климата	
	Высокий КПД	
Недостатки		
Высокие потери тепла	Неспособность к самоочищению от снега	Низкий КПД
Низкая производительность в холодное время года	Относительно высокая начальная стоимость проекта	Меньшая теплоемкость воздуха, приводящая к увеличению габаритов установки
Сложный монтаж, поскольку необходимо транспортировать на крышу собранный коллектор	Рабочий угол наклона не менее 20°	Эти системы часто интегрируются в стены с/х зданий на стадии проектирования для повышения их эффективности

Солнечные панели имеют некоторые недостатки в применении:

1) Они чувствительны к загрязнению (если батареи установлены под углом 45°, они смываются дождем и снегом и не требуют дополнительного обслуживания).

2) Чувствительны к высоким температурам. Высокая температура 100...125 °С может привести к отключению солнечных панелей, поэтому может потребоваться система охлаждения. Системы вентиляции будут потреблять часть энергии, вырабатываемой батареей (современные конструкции солнечных панелей включают системы для отвода горячего воздуха). Этому недостатка лишены только аморфные панели.

3) Высокая цена. Однако, учитывая длительный срок службы солнечных панелей, они не только компенсируют затраты на покупку, но и экономят тонны обычного топлива, при этом сохраняя потребление электроэнергии и являясь экологически чистыми.



Рисунок 5 – Солнечные панели

Солнечные концентраторы являются одними из самых эффективных преобразователей солнечной энергии (см. рис. 6). Солнечные концентраторы предназначены для извлечения тепловой энергии из солнечного излучения.

Для выполнения этой задачи устройство выполняет ряд функций, в том числе: принимает солнечную энергию в виде светового излучения в инфракрасной области; собирает энергию кратно количеству рецепторов с помощью оптических методов; преобразует лучистую энергию в тепло.

Методы концентрации могут принимать различные формы, включая параболические концентраторы, параболические зеркала и гелиоцентрические системы башенного типа.

Производимое тепло может использоваться для отопления или выработки электроэнергии, в этом случае перегретый пар может вращать турбину генератора для выработки электроэнергии. Несмотря на такую сложность, эффективность выработки электроэнергии может достигать 30%, превышая эффективность солнечных батарей.

Из-за высокой стоимости солнечных концентраторов и необходимости регулярного обслуживания для систем мониторинга их использование в основном ограничивалось промышленными системами выработки электроэнергии. Однако они уже установлены во многих частях мира, в основном в регионах с высокой солнечной радиацией.



Рисунок 6 – Солнечные концентраторы

В последние годы активно развивается и коммерциализируется концепция экодомов, использующих только альтернативные источники энергии. Комбинированные системы эффективно используют солнечную, ветровую и тепловую энергию. Такие дома не только обеспечивают себя необходимой энергией, но и поставляют избыточную энергию в городскую

электросеть. Не так давно такой проект экостроительства появился в России.

Современная архитектура все чаще планирует строить дома со встроенными системами хранения солнечной энергии. Солнечные панели устанавливаются на крыше здания или на специальных опорах. Такие здания используют солнце как тихий, надежный и безопасный источник энергии. Солнечная энергия используется для освещения, отопления и выработки.

Список используемой литературы:

1. Сканава, А.Н. Отопление / А.Н. Сканава, Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2008. – 576 с. ISBN: 978-5-93093-161-5.
2. Бодров, М.В. Повышение энергоэффективности производственных зданий за счет применения лучистых систем отопления на базе водяных инфракрасных излучателей / М.В. Бодров, А. Е. Руин, А. А. Смыков // АВОК. – 2022. – № 8. – С. 26-31.
3. Тараненко, Д.В. Опыт использования солнечной энергии для создания комфортной среды в зданиях / Д.В. Тараненко // Архитектура и дизайн. – 2018. – № 3. – С. 20-29.

УДК 697.4

КВАРТИРНЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В. В. ГАВШИНА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-221, E-mail: hey.guys228@yandex.ru

М. В. ГАВРИЛОВ – ст. преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики, E-mail: gavrilov_mv@inbox.ru

Аннотация: рассмотрены виды квартирных систем отопления, процесс их работы, преимущества и недостатки. Описаны наиболее распространенные случаи использования квартирной системы отопления. Выделены источники энергии.

Ключевые слова: квартирная система отопления, радиатор, конвектор, эффективность, котел.

Квартирные системы отопления являются неотъемлемой частью комфорта в жилых помещениях, обеспечивая поддержание оптимальной температуры внутри квартиры в холодное время года. В этом ответе я подробно рассмотрю различные типы квартирных систем отопления, их компоненты, работу и преимущества.

Радиаторное отопление. Радиаторное отопление является одним из наиболее распространенных типов квартирных систем отопления. Оно основано на циркуляции горячей воды через систему трубопроводов, подключенных к радиаторам, установленным внутри помещений квартиры. Процесс работы радиаторного отопления следующий:

1) В котельной или тепловом пункте происходит нагрев воды с помощью котла, работающего на газе, мазуте, электричестве или других источниках тепла.

2) Горячая вода подается по трубам в квартиру, где она распределяется на радиаторы.

3) Радиаторы передают тепло воздуху в помещении путем излучения и конвекции. Они обычно изготавливаются из металла, что обеспечивает эффективную передачу тепла.

4) В результате происходит повышение температуры воздуха в помещении, создавая комфортную обстановку.

Радиаторы могут быть разных типов, включая стальные, алюминиевые или чугунные. Каждый тип имеет свои преимущества и особенности, такие как эффективность передачи тепла и степень регулировки.

Системы теплых полов. Системы теплых полов становятся все более популярными в квартирах, особенно при ремонте или строительстве нового жилья. Они представляют собой сеть труб или электрических нагревательных элементов, уложенных в полу квартиры. Процесс работы системы теплых полов следующий:

1) Вода, нагретая в котельной или тепловом пункте, циркулирует по трубам, расположенным внутри пола, или электрический нагревательный элемент нагревает пол.

2) Тепло передается через пол и равномерно распределяется по всему помещению, создавая приятную теплую поверхность.

3) Теплые полы обеспечивают комфортную атмосферу, так как тепло поднимается снизу, а также позволяют равномерно распределить тепло по всему помещению.

4) Регулировка температуры может осуществляться с помощью термостатов, установленных в каждой комнате, или с помощью системы управления, позволяющей установить программу работы отопления.

Конвекторное отопление. Конвекторное отопление используется в квартирах для передачи тепла воздуху с помощью конвекторов, которые устанавливаются на стенах или под окнами. Процесс работы конвекторного отопления следующий:

1) Конвекторы имеют встроенные нагревательные элементы, которые нагревают воздух вокруг себя.

2) Нагретый воздух становится легче и начинает подниматься, создавая циркуляцию воздуха в помещении.

3) Прохладный воздух затем притекает к конвектору, нагревается и поднимается, что создает постоянное движение воздуха и поддерживает комфортную температуру в помещении.

Регулировка температуры в конвекторных системах обычно осуществляется с помощью встроенных термостатов или системы управления, позволяющей настроить желаемую температуру.

Источник энергии. Квартирные системы отопления могут использовать различные источники энергии:

1) Газовые котлы: наиболее распространенный источник тепла в большинстве квартирных систем отопления.

2) Электрические нагреватели: используются в системах теплых полов или конвекторных системах отопления.

3) Твердотопливные котлы: могут использоваться для отопления, основанного на сжигании дров, угля или других твердых видов топлива.

4) Солнечные коллекторы: системы солнечного отопления, которые используют солнечную энергию для нагрева воды или воздуха.

Преимущества квартирных систем отопления:

1) Комфорт: квартирные системы отопления обеспечивают постоянное и комфортное тепло внутри квартиры в течение холодного сезона.

2) Регулируемость: с помощью термостатов или систем управления можно легко регулировать температуру в помещении в соответствии с индивидуальными предпочтениями.

3) Эффективность: современные системы отопления обладают высокой энергоэффективностью, что позволяет снизить расходы на отопление и экономить энергию.

4) Гибкость: квартирные системы отопления предлагают различные варианты выбора, включая тип системы и источник энергии, что позволяет адаптировать отопление к индивидуальным потребностям и условиям.

Квартирные системы отопления могут быть использованы практически в любом жилом помещении, где требуется обеспечение комфортной температуры. Они наиболее распространены и рекомендуются в следующих случаях:

1) Многоквартирные здания: Квартирные системы отопления идеально подходят для многоквартирных зданий, где каждая квартира имеет отдельную систему отопления. Радиаторное отопление или системы теплых полов могут быть легко установлены и обслуживаться в каждой отдельной квартире.

2) Квартиры в старых зданиях: В старых зданиях, особенно тех, которые не имеют центральной системы отопления, квартирные системы отопления являются лучшим выбором. Они позволяют обогревать отдельные квартиры независимо от других помещений и устанавливать регулировку температуры по желанию жильцов.

3) Жилые помещения с разными потребностями: Квартирные системы отопления особенно полезны, когда жильцы имеют разные предпочте-

ния по температуре. Каждая квартира может быть оборудована отдельной системой управления температурой, что позволяет жильцам настраивать тепло в соответствии с их предпочтениями и комфортом.

4) Реконструкция и новое строительство: при реконструкции или строительстве новых квартир, установка квартирных систем отопления становится логичным решением. Они предлагают гибкость в выборе системы, типа источника энергии и обеспечивают комфорт и удобство для будущих жильцов.

Важно отметить, что выбор и установка квартирной системы отопления может зависеть от конкретных факторов, таких как тип здания, бюджет, климатические условия, доступность энергетических ресурсов и предпочтения жильцов. Рекомендуется проконсультироваться с профессионалами в области отопления, чтобы выбрать наиболее подходящий вариант для конкретной ситуации.

Список используемой литературы:

1. Варфоломеев, Ю.М. Отопление и тепловые сети / Ю.М. Варфоломеев, О.Я. Кокорин. – М.: Инфра-М, 2022. – 480 с. ISBN 978-5-16-017128-9.
2. Ливчак, И.Ф. Квартирное отопление / И.Ф. Ливчак. – М.: Стройиздат, 1982. – 480 с.
3. Сканави, А.Н. Отопление / А.Н. Сканави, Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2008. – 576 с. ISBN 978-5-93093-161-5.

УДК 683.97

ПЛАСТИНЧАТЫЕ ВОДОНАГРЕВАТЕЛИ (ТЕПЛООБМЕННИКИ) В СИСТЕМАХ ОТОПЛЕНИЯ

В. Ю. ШАДРИНА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-321, E-mail: schadrina.victorya@yandex.ru

М. В. ГАВРИЛОВ – ст. преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики, E-mail: gavrilov_mv@inbox.ru

Аннотация: Выделяются виды теплообменных аппаратов в системе отопления, их характеристики. Рассматриваются основные элементы и принцип работы пластинчатых водонагревателей. Так же выделены преимущества и недостатки, использования таких аппаратов в системе отопления.

Ключевые слова: теплообменники, отопление, внутреннее теплоснабжение, теплоноситель.

Пластинчатый теплообменник – устройство, в котором осуществляется передача теплоты от горячего теплоносителя к холодной (нагреваемой) среде через стальные, медные, графитовые, титановые гофрированные пластины, которые стянуты в пакет [1–3]. Горячие и холодные слои перемежаются друг с другом.

Теплообменники делятся на три вида по схеме движения теплоносителя: одноходовые, многоходовые и многоконтурные.

Одноходовые теплообменники. Регулируя этот агрегат, направление движения рабочей среды остается постоянным и не меняется на протяжении всего технологического процесса. Однопроходные теплообменники обычно выпускаются в виде фреоновых испарителей, которые проходят

через каналы, образованные пластинами. В классическом устройстве используется принцип удаления конденсата, при котором избыточная энергия проходит вверх по каналу. Пластинчатый теплообменник, использующий эффект испарения фреона, направление движения направлено вниз. Самоохлаждение, такое как вода, гликоль и различные растворы, одновременно задают противоположное направление.

Одноходовые пластинчатые теплообменники отличаются тем, что в основе лежит обратный поток теплоносителя. Реализация этого принципа позволяет значительно увеличить коэффициент полезного действия при значительных перепадах температур. Если тепло на выходе незначительно, то внедрение более сложного оборудования для каждого устройства дает больший эффект.

Многоходовые теплообменники. В устройствах этого типа реализована технология энергосберегающего охлаждения. Пластинчатые многоходовые теплообменники применяются для условий, когда разница температур в рабочей области и точке охлаждения минимальна. Расположение патрубков обусловлено необходимостью передачи нескольких потоков воды (по кругу) или других сред через неподвижные и нажимные плиты соответственно. Поток рабочей среды меняет направление независимо от количества циклов. Они используются для разработки схем, использующих несколько фаз охлаждения.

Многоконтурные теплообменники. Когда возникают проблемы с использованием разных рабочих сред, например, при смене производственных линий или продолжении работы на производственном участке. В этом случае один многоконтурный теплообменник будет заменён на два идентичных устройства имеющих две точки перегрева.

Когда нужно иметь возможность плавной корректировки тепловой мощности. В такой схеме ток хладагента организуется по двум подконтурам, один из которых подключается в работу при увеличении нагрузки.

Основные элементы теплообменника (рис. 1):

- неподвижная прижимная плита;
- пластины теплообменного аппарата, выполнены из нержавеющей стали или титана, прижимаются друг к другу с использованием уплотнительных прокладок;
- пакет пластин – главный функциональный элемент, который образует внутренний контур устройства и осуществляет теплообмен;
- несущая база – направляющая балка, на которую надеваются пластины во время сборки агрегата;
- подвижная прижимная плита – прижимает весь пакет к неподвижной прижимной плите с помощью элементов крепления;
- опорная станина – вертикальный элемент, к которому прикрепляются направляющие балки (верхняя и нижняя несущие балки).

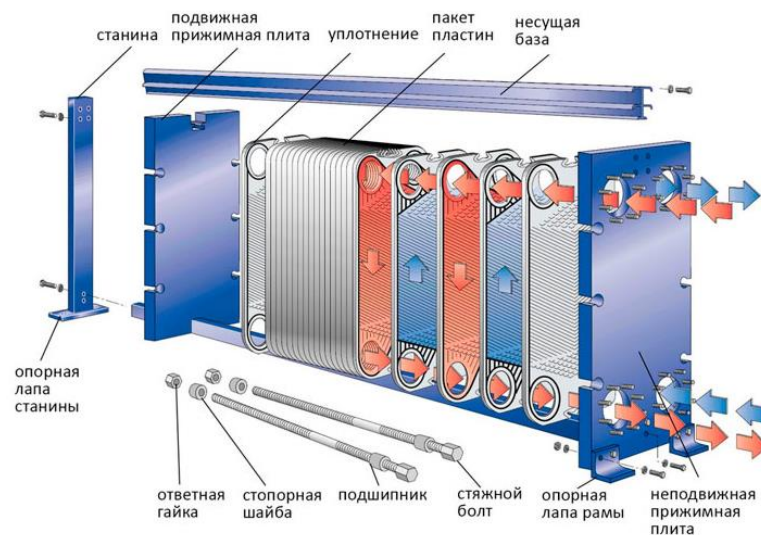


Рисунок 1 – Основные элементы теплообменника

По конструкции теплообменники делятся на разборные, паяные, сварные, полусварные.

Разборные теплообменники. Устройство, в котором основную функцию теплопередачи между теплоносителями выполняет пакет пластин. Среды не смешиваются между собой благодаря чередованию пластин с плотными резиновыми прокладками, которые образуют два контура движения. Из-за высокой скорости работы оборудования внутри теплообменников отложения и засоры медленнее накапливаются на его внутренних поверхностях.

Неоспоримым преимуществом является возможность полной разборки прибора, что позволяет не только мыть пластины, но и проводить их механическую чистку. Также следует отметить, что возможность полной разборки агрегата даёт не заменять его полностью в случае утечки, а быстро выявить неисправные элементы, заменить их и включить теплообменник.

Паяные теплообменники также содержат пакет пластин, но разница между разборными и паяными теплообменниками в том, что они спаяны друг с другом, поэтому собрать / разобрать такой пакет невозможно. Пайка осуществляется с использованием никеля или меди, поэтому обозначают два основных типа плоских теплообменников: никелевая сварка и медная сварка.

Чаще всего устройства такого типа можно встретить в системах отопления частных домов, где теплообменник подключен к водонагревателю.

Полусварные теплообменные аппараты – агрегаты, в которых пакет пластин сделан комбинированным способом пластины попарно свариваются между собой; с внешней стороны такого сдвоенного мини-пакета прикрепляются уплотнения; далее прикрепляется следующий сваренный мини-пакет.

Такой тип конструкции позволяет использовать полусварные теплообменники в агрессивных средах или при охлаждении, поскольку сварка пластин исключает возможность утечки фреона в контур охлаждения:

Сварные теплообменные аппараты – устройства, в которых пластины сварены между собой без использования уплотнителей. Сварные теплообменники применяются в условиях высоких температур и давлений, на большие единичные тепловые мощности 10...100 МВт и более, часто используется в качестве паровых конденсаторов, для нагрева–охлаждения агрессивных сред в тех случаях, когда использование резиновых уплотнений не рекомендуется.

Преимущества сварных теплообменных аппаратов: простая компактная конструкция без уплотняющих прокладок; регулируемый поток; устойчивость к действию агрессивных сред; максимальный диапазон температур; допустимое давление до 4 МПа, температура до 300 °С; простота монтажа; устойчивость к абразивным и агрессивным веществам; надежность и длительный рабочий ресурс.

Принцип работы (рис. 2). Теплоноситель и нагреваемая среда поступают в теплообменный аппарат и движутся внутри по разным каналам в направлении друг к другу. Поверхность пластин нагревается под действием теплоносителя и передает тепло нагреваемой среде. На выход подаётся обработанная жидкость или пар, которые затем направляются к потребителю в систему отопления, горячего водоснабжения или вентиляции.

К достоинствам теплообменных аппаратов можно отнести:

- вариативность размеров теплообменника и материалов, из которых его изготавливают;
- возможность изменять количество пластин и таким образом изменять мощность устройства (если речь не идет о запаянном теплообменнике);
- высокий процент теплопередачи;

- низкие теплопотери;
- простота использования: устройство легко разобрать, промыть, собрать;
- легко ремонтировать: пластины, в случае необходимости, можно просто заменить.

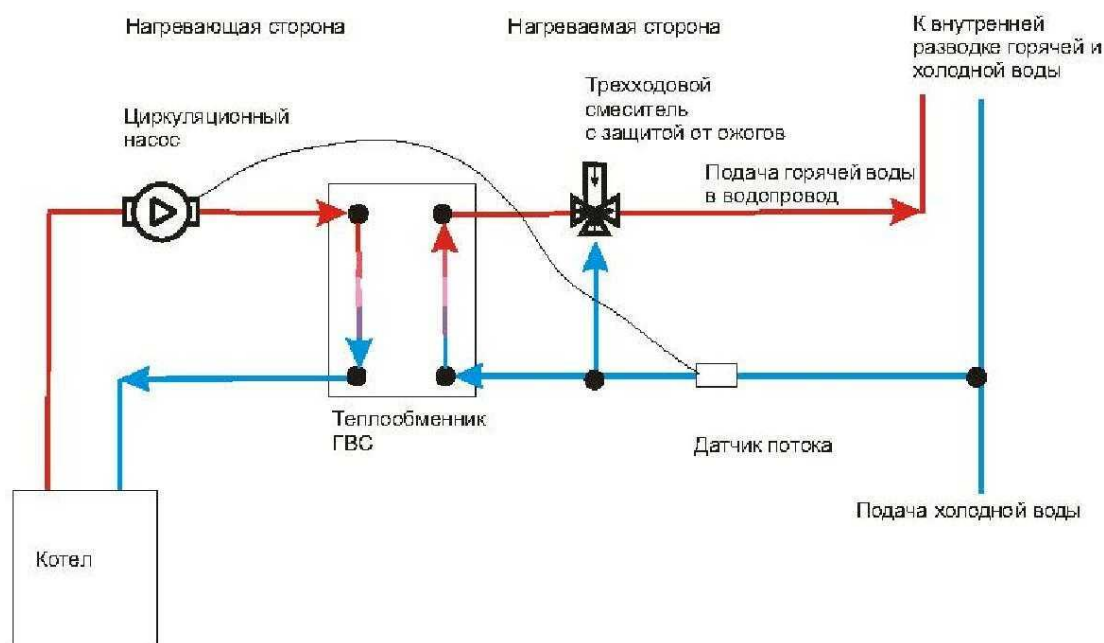


Рисунок 2 - Принцип работы теплообменного аппарата

Недостатков у пластинчатых теплообменников практически нет, однако есть один минус – при некачественном теплоносителе они могут относительно быстро снизить свою производительность. Происходит это из-за быстрого загрязнения внутренних поверхностей теплообменника. Поэтому нужно применять чистую рабочую среду.

Список используемой литературы:

1. СП 510.1325800.2022. Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и научно-технической информации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/350038691>.
2. Пластинчатый теплообменник это: принцип работы, действия и устройство [Электронный ресурс] // Мособлжилсервис. – URL:

<https://мособлжилсервис.рф/raznoe/plastinchatyj-teploobmennik-eto-princip-raboty-dejstviya-i-ustrojstvo.html>.

3. Назарова, В.И. Современные системы отопления / В.И. Назарова. – М.: РИПОЛ классик, 2011. – 320 с. – ISBN 978-5-386-02873-2.

УДК 696.6

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ ПРАВОСЛАВНЫХ ХРАМОВ

В. П. ФЕДОРОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-321, E-mail: valeria.444.fedorova@mail.ru

М. В. ГАВРИЛОВ – ст. преподаватель, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра теплогазоснабжения, вентиляции и гидравлики, E-mail: gavrilov_mv@inbox.ru

Аннотация: Представлена достаточно подробная информация об отапливаемых храмах, варианты проведения отопления, рассмотрены факторы, влияющие на проектирование систем отопления храмов

Ключевые слова: системы отопления, отопление, отапливаемые храмы, трубы, микроклимат.

В данной статье рассматриваются способы проведения отопления, а также архитектурные особенности храмов, которые следует учитывать.

В последнее время наблюдается тенденция роста объемов реконструкции и нового строительства храмов. Важное место при этом занимает обеспечение требуемого микроклимата этих сооружений. В процессе проектирования проектировщику приходится сталкиваться с рядом особенно-

стей, которые необходимо учитывать для достижения необходимых параметров микроклимата.

Факторы, влияющие на проектирование систем отопления храмов. Особенности проектирования систем отопления храмов зависят от следующих факторов: архитектурных и конструктивных решений здания; режима и особенностей эксплуатации храма; необходимости сохранения интерьера здания.

Архитектурной особенностью зданий храмов является большое отношение объема к площади, то есть имеет место высокое внутреннее пространство. Режим регулирования системы отопления зависит от расписания богослужений и особенностей эксплуатации храма, что требует от системы очень малой тепловой инерции. Сохранение интерьера играет также немаловажную роль: элементы системы отопления должны быть как можно более незаметными и не привлекающими внимания. Учитывая эти три фактора, можно прийти к выводу о целесообразности использования комбинированных систем отопления храмов – теплопередача должна осуществляться как путем конвекции, так и путем радиационного теплообмена.

Теплоснабжение храма может осуществляться от внешних сетей или от собственных автономных источников, расположенных внутри здания, а также пристроенных и отдельно стоящих.

Для сельской местности часто используются автоматические газовые водонагреватели (АГВ), которые размещаются в отдельном помещении с отдельным выходом наружу в целях пожарной безопасности.

Система отопления храма (водяное, воздушное, электрическое, печное) выбирается в зависимости от его функционального назначения и богослужебного режима, вместимости, объёмно-планировочного и конструктивного решения, места строительства.

Для храмов наиболее целесообразны горизонтальные одно- или двухтрубные системы с нижней разводкой магистралей. Преимущества этой системы – в незначительном количестве стояков и возможности скрытой прокладки магистралей в подпольных каналах, полу или штрабах стен.

В современной практике чаще всего применяются системы водяного отопления с центральной теплосетью или с местной котельной на различных видах топлива. Используются также системы воздушного отопления, реже – электроотопление (если в регионе отсутствуют городские сети отопления, котельные и наличие избыточного энергоносителя). Эта система имеет преимущества по сравнению с водяным отоплением, она заключается в отсутствии каналов и отверстий для труб, простотой регулировки режима требуемой температуры. Электроэнергия может использоваться и для питания электродвигателей системы водяного отопления.

Отопительными приборами для систем водяного отопления могут быть радиаторы, регистры, отопительные шкафы, напольные низкотемпературные панели и конвекторы.

Теплоносителем для систем водяного отопления с местными приборами применяется вода, нагретая до 70...95 °С, для систем водяного отопления с лучистыми напольными панелями применяется вода с температурой 40...55 °С. Отопительные приборы систем водяного отопления рекомендуется устанавливать у наружных стен, под световыми проемами на уровне пола в нишах. Трубопроводы системы водяного отопления храма следует прокладывать, как правило, в подпольных каналах со съемными плитами.

При отсутствии централизованных источников тепла в храмах вместимостью до 300 человек допускается предусматривать печное отопление при соблюдении противопожарных требований (в соответствии с НПБ 108-

96). В зданиях, ранее оборудованных печным отоплением, для удаления воздуха допускается использовать существующие дымоходы.

Обогреваемые полы могут быть предусмотрены в средней части храмов и в крещальнях с температурой на поверхности пола не выше 23 °С. При размещении нагревательных элементов в конструкции пола уменьшается количество отопительных приборов на стенах, что значительно улучшает интерьер храма и обеспечивает теплую поверхность всего пола. При значительной высоте внутреннего пространства храма размещение отопительных приборов только в нижней зоне может оказаться недостаточным для обеспечения отсутствия конденсата в верхней зоне, в том числе в барабане главы или кирпичном шатре, где толщина стен, как правило, уменьшается. В таком случае необходимо предусмотреть мероприятия по дополнительной теплоизоляции конструкций стен и дополнительному обогреву верхней зоны.

Система лучистого отопления на основе греющего пола осуществляется укладкой в полу отопительных змеевиков, выполненных из высококачественной стали.

В реконструируемых храмах систему центрального отопления допускается не предусматривать, если во внебогослужебное время температура внутреннего воздуха не будет опускаться до уровня появления конденсата на внутренних поверхностях стен. Допускается устанавливать местные источники теплоты, в том числе масляные и электрорадиаторы в алтаре, на клиросах и в зоне свечного «ящика». В реставрируемых храмах при устройстве центральных систем отопления следует максимально использовать существующие каналы, предназначенные для воздушного отопления.

Таким образом, церковь, будучи постоянно отапливаемой в зимний период, открыта для посещения большую часть дня и обеспечивает

прихожанам тепло. В этих условиях, несмотря на то что система работает в непрерывном режиме при температуре, равной 10 °С, эксплуатационные расходы весьма невелики, а дополнительная система конвективного отопления обеспечивает быстрый выход на заданный уровень температуры, равный 14 °С, в соответствии с графиком проведения богослужений.

При проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования храмов следует учитывать неординарную структуру их внутреннего пространства: вытянутый кверху объем помещения, а также уменьшение толщины стен барабана главы, при которой происходит неравномерное распределение температуры по высоте помещения храма.

При возможном выпадении конденсата на поверхностях оконных стекол необходимо предусмотреть мероприятия по его сбору и отведению. Рекомендуется использовать окна с вентиляционными клапанами. Не рекомендуется применять окна с металлическими или пластмассовыми переплетами. При замене или установке новых заполнений световых проемов в отдельных переплетах следует уплотнять внутренний переплет с целью защиты от проникновения влаги внутреннего воздуха в межстекольное пространство. Для вновь строящихся и реставрируемых храмов недопустимо покрывать наружную поверхность ограждающих конструкций пароизоляционными материалами, например, оштукатуривать слоем цементно-песчаной штукатурки, облицовывать керамической плиткой и т.п.

В отличие от современных сооружений памятники архитектуры часто имеют различную толщину ограждающих конструкций по высоте. В некоторых храмах в нижней зоне толщина стен может быть около 1,5 м, толщина сводов от 50...70 см, и толщина стенок барабана от 30...60 см. Различная тепловая инерционность стен по высоте является причиной неравномерного распределения температур внутри помещения. Поэтому

поддержание комфортных параметров температуры в нижней зоне может вызвать конденсацию влаги под сводами и особенно в барабане. По этой причине системы кондиционирования воздуха не нашли широкого применения в храмах.

В храмах не рекомендуется использовать подпольное отопление, поскольку большим его недостатком является возгонка приносимой на обуви пыли с нагретой поверхности пола. Загрязнения довольно быстро накапливаются, а удаление их связано с дорогостоящей реставрацией. Кроме того, в храмах, где производится кропление, вода с пола быстро испаряется, что вызывает резкое повышение влажности воздуха. Поэтому теплые полы не только загрязняют интерьер, но и способствуют нестабильности влажностного режима.

Характерной особенностью температурно-влажностного режима отапливаемых храмов является сухость воздуха, которая может приводить к пересушке материалов. В таких условиях древесина может дать «усадку» или растрескаться; на иконах произойдет вздутие грунта или растрескивание живописной поверхности, которая покроется сеткой кракелюр; украшения из жемчуга потускнеют; бумага станет хрупкой.

Зимой поддержание оптимальных параметров микроклимата должно сочетаться с периодическим проветриванием помещения. Проветривание можно начинать во время церковных служб, когда начинает расти температура внутреннего воздуха, а заканчивать после ежедневной уборки храма. Если учесть, что зимой люди приходят в храм в верхней одежде, то поддержание температуры воздуха в больших храмах на уровне 12...14 °С, а в небольших – 14...16 °С будет оптимальным.

Другой важной особенностью отапливаемых храмов является резкое отличие зимнего микроклимата от летнего, когда отопление отключено. Переход от зимнего к летнему микроклимату характеризуется значитель-

ной нестабильностью температурно-влажностного режима. В этот период художественные ценности в интерьере подвергаются перегрузкам, и скорость старения материалов возрастает. Выход из такой ситуации заключается путем последовательного отключения отопительных приборов в помещении. Для этого батареи водяного отопления могут быть снабжены отключающими вентилями. Таким же способом можно обеспечить плавность изменения параметров температуры и влажности воздуха при включении отопления в начале осенне-зимнего периода.

Летом, после отключения отопления, относительная влажность воздуха в помещении начинает постепенно возрастать. В этот период необходимо продолжать контроль за параметрами температуры и относительной влажности воздуха, периодически проветривая помещение (цель проветривания – повышение температуры и снижение относительной влажности).

К неотапливаемым храмам относятся большие летние соборы, традиционно рассчитанные на использование в теплый период года от Пасхи до Покрова. Большая толщина стен соборов, наличие высоких подклетов, составляющих с основным зданием единый комплекс, являются причиной высокой тепловой инерционности ограждающих конструкций. Вследствие тепловой инерционности здания разрыв наружных и внутренних температур создает условия для выпадения конденсационной влаги на холодных поверхностях стен, окон, металлических дверей и т. п.

В это время большим перегрузкам подвергаются произведения церковного искусства (это иконы, написанные на деревянной основе). Иногда разрушения являются результатом резкого скачка изменения значения температуры и относительной влажности воздуха. Поэтому главным требованием к температурно-влажностному режиму является стабильность его параметров. Все изменения микроклимата должны происходить плавно, без скачков.

Вывод: При проектировании систем отопления храмов целесообразно использовать системы с передачей тепловой энергии как путем конвекции, так и путем радиационного теплообмена. В служебных помещениях храмов источниками теплоты являются отопительные приборы с преобладающей конвективной составляющей. В помещениях с большими объемами необходимо применять или воздушное отопление, или системы отопления «теплый пол». Однако предложить универсальный способ отопления культовых сооружений невозможно. При проектировании необходим индивидуальный подход, т. к. учитываются не только теплотехнические факторы, но и архитектурные.

Список используемой литературы:

1. Кронфельд, Я.Г. Принципы устройства систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, тепло- и холодоснабжения в зданиях культовой архитектуры / Я.Г. Кронфельд // АВОК. – 2000. – № 1. – С. 7-21.
2. Bearzi, V. Luoghi di culto. Impianti Radianti o Misti / V. Bearzi [Электронный ресурс] // Академия Google. – URL: <https://scholar.google.com/>.
3. Сканава, А.Н. Отопление / А.Н. Сканава, Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2008. – 576 с. ISBN: 978-5-93093-161-5.
4. Стандарт АВОК-2-2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха [Электронный ресурс] // Нормативные базы ГОСТ/СП/СНиП. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data1/44/44693/>.

КАФЕДРА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

УДК 620.17

**РЕЗУЛЬТАТЫ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ДРЕВЕСИНЫ
РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД**

Д. Ю. МАРНАУЗ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Арх-221, E-mail: msmarnauz@mail.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_1_e@mail.ru

С. Л. МЛАДЫШЕВ – зав. лабораториями, Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог

Аннотация: в работе описаны механические испытания на сжатие древесины широкого спектра пород, выполненные авторами; представлены и проанализированы результаты испытаний; сделано предложение о расширении перечня испытываемых пород древесины в лабораторной работе по механическим испытаниям древесины в рамках учебного процесса студентов архитектурного и строительных направлений.

Ключевые слова: механические испытания, древесина, предел прочности при сжатии.

Экспериментальные методы исследования прочности материалов, являющиеся старейшими методами исследования, не теряют актуальности и сейчас:

- необходимо испытывать новые конструкционные материалы;
- необходимо получать данные по механическим характеристикам новых конструкционных материалов для включения в нормативные документы, в частности, в Своды правил (СП) в строительной сфере;

- необходимо проверять прочность материалов и конструкций существующих зданий и сооружений, например, при реставрации памятников архитектуры, и т. д.

На лабораторных занятиях по дисциплине «Строительная механика» экспериментально определяются различные механические характеристики конструктивных строительных материалов – стали, древесины и др. Особый интерес представляет древесина – один из древнейших природных строительных материалов. Она по-разному ведет себя при разных направлениях нагрузки по отношению к волокнам (такое свойство называют анизотропией). Архитекторы, строители, дизайнеры используют разные породы древесины, отличающиеся не только внешним видом, но, очевидно, и прочностью. Поэтому было решено провести механические испытания древесины разных пород (на лабораторных занятиях студентов испытывается только сосна).

На первом этапе в соответствии с нормативными документами [1] и методическими указаниями [2] *были изготовлены образцы древесины* для механических испытаний при сжатии в виде кубиков с размером ребра 40 мм (волокна древесины ориентированы вдоль одного из ребер) – рис. 1. Образцы для испытаний при нагружении вдоль и поперек волокон изготовлены из

- березы
- вяза
- дуба
- липы
- лиственницы
- осины
- сосны.



Рисунок 1 – Образец для испытаний (это лиственница)

Для проведения испытаний была выделена испытательная машина УММ-10А с максимальным усилием 10Т (98,1кН) (рис. 2) лаборатории механических испытаний кафедры автомобильных дорог.



Рисунок 2 – Испытательная машина УММ-10А

Процесс испытаний представляет собой статическое *нагружение образцов вплоть до их разрушения* (непосредственно на испытательной машине УММ-10А работал зав. лабораторией С. Л. Младышев), при этом фиксируется характерное значение нагрузки: при сжатии поперек волокон это значение нагрузки, соответствующее текучести материала (для древе-

сины по-другому это называют прессованием); при сжатии вдоль волокон это значение нагрузки, соответствующее разрушению образца.

Числовыми результатами испытаний явились значения предела прочности при сжатии древесины $\sigma_{сж}$, полученные делением характерной нагрузки, зафиксированной при испытании образца, на площадь поперечного сечения образца. На рис. 3 представлены эти результаты при сжатии поперек волокон, на рис. 4 – при сжатии вдоль волокон.

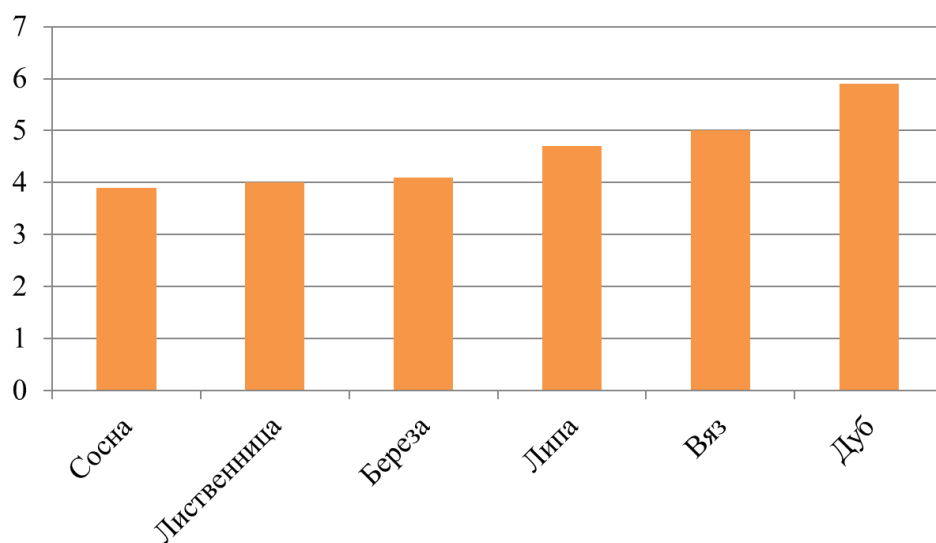


Рисунок 3 – Предел прочности при сжатии поперек волокон (в МПа)

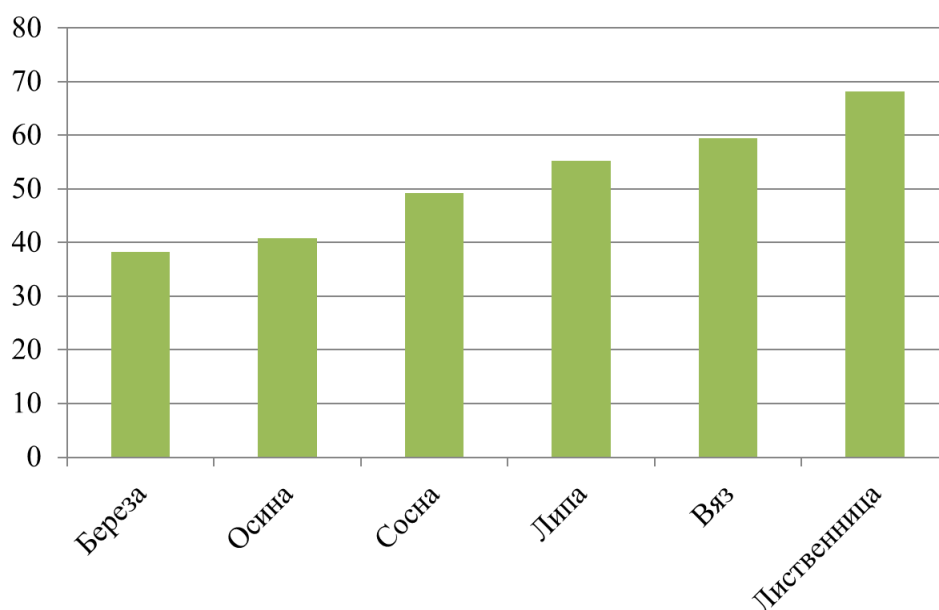


Рисунок 4 – Предел прочности при сжатии вдоль волокон (в МПа)

Результатом испытаний является также характер деформирования образцов в процессе нагружения и вид разрушения образцов. Образцы после испытаний показаны на рис. 5-8.



Рисунок 5 – Образцы после испытаний при нагружении вдоль волокон: (слева направо) липа, береза, вяз



Рисунок 6 – Образцы после испытаний при нагружении вдоль волокон: (слева направо) сосна, осина, лиственница



Рисунок 7 – Образцы после испытаний при нагружении поперек волокон: (слева направо) липа, береза, вяз



Рисунок 8 – Образцы после испытаний при нагружении поперек волокон: (слева направо) сосна, осина, лиственница

Анализ полученных результатов механических испытаний разных пород древесины показывает, что результаты количественно (по величинам пределов прочности при сжатии вдоль и поперек волокон) и качественно (по характеру деформирования и разрушения) соответствуют известным данным о поведении этих пород древесины под нагрузкой. Например, полученное нами значение предела прочности осины при сжатии вдоль волокон (41,6 МПа) практически совпадает с приводящимся в литературе (42,5 МПа) [3]. Особенности характера деформирования и разрушения образцов объясняются, в частности, породой древесины. Например, характер разрушения образца вяза при сжатии вдоль волокон (рис. 5) обусловлен, очевидно, известной склонностью вяза к расщеплению [4]. Отметим, что нам не удалось довести до разрушения образец лиственницы при сжатии вдоль волокон: у испытательной машины с максимальным усилием 10Т для этого «не хватило сил».

Сказанное выше позволяет предложить расширить лабораторную работу по механическим испытаниям древесины, выполняемую в рамках учебного процесса студентов архитектурного и строительных направлений, включив в нее испытания *нескольких* видов древесины и, соответственно, добавив *сравнительный анализ результатов*.

Список используемой литературы:

1. СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции»
2. Лабораторные работы по сопротивлению материалов: методические указания. – Владимир: Ред.-издат. комплекс ВлГУ, 2003. – 60 с.
3. <https://studfile.net/preview/7486809/page:5/> (дата обращения 30.05.2023)
4. <https://www.mebelib.ru/wood-tree/vyaz-malyj/> (дата обращения 30.05.2023)

УДК 379.854

О ПУТЕВОДИТЕЛЕ ПО ИНЖЕНЕРНЫМ СООРУЖЕНИЯМ

В. ШУХОВА В НАШЕМ РЕГИОНЕ

Е. С. ДАВЫДОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-222, E-mail: elizaveta.dawidowa@mail.ru

А. В. КРЮКОВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-222

К. Я. РУСАК – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-222, E-mail: kazimir.rusak01@mail.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_1_e@mail.ru

Аннотация: представлен перечень сооружений Владимира Шухова, расположенных в нашем регионе; предложена идея путеводителя по этим сооружениям, в том числе для студентов архитектурного и строительного направлений.

Ключевые слова: водонапорные башни Шухова, резервуары Шухова, башни опор линий электропередач (ЛЭП) Шухова, путеводитель.

Изучая инженерное наследие великого ученого, архитектора, изобретателя Владимира Григорьевича Шухова, мы заметили, что немало сооружений, построенных по его проектам, расположено и в нашем регионе.

Изучение вопроса дало следующий перечень объектов.

Город Петушки. Гиперболоидная водонапорная башня (рис. 1).



Рисунок 1 – Гиперболоидная башня в г. Петушки (это вид до реставрации)

Башня конструкции Владимира Шухова построена в 1927 году. Гиперболоидная форма конструкций запатентована Шуховым в 1899 году и отличается высокой прочностью при небольшой материалоемкости. Башня предназначалась для заправки водой паровозов и в свое время являлась типовым сооружением. Сейчас же из более, чем двухсот таких башен сохранились только восемь, одна из них – в Петушках.

Недалеко от города Дзержинска, на берегу Оки. Гиперболоидная опора линии электропередач (рис. 2).

Эта башня построена в 1929 году. Она служила одной из шести опор ЛЭП через Оку. Из шести башен-опор сохранилась только эта. Уникальное высотное сооружение (высота 128 м) является объектом культурного наследия федерального значения.



Рисунок 2 – Гиперболоидные опоры ЛЭП (фото 1994 г., тогда опор было еще две)

Город Владимир. Резервуар Шухова (рис. 3).



Рисунок 3 – Резервуар Шухова

Первые цилиндрические резервуары Шухова были построены в 1878 г. Резервуар на территории железнодорожной станции города Владимира появился, вероятно, в начале двадцатого века, когда их строительство стало массовым (всего в России было построено более двадцати тысяч таких резервуаров для хранения нефтепродуктов). Несмотря на свою кажущуюся простоту, в этих сооружениях соединились оптимальная конструктивная форма, эффективное опирание и другие талантливые инженерные решения.

В этот перечень можно добавить и находящиеся в достаточно близкой доступности московские сооружения, спроектированные Шуховым, – Шаболовская телевизионная башня, покрытие Киевского вокзала и др. (рис. 4).



Рисунок 4 – Шаболовская телевизионная башня

Появилась идея путеводителя по этим шуховским сооружениям. Он может быть интересным в том числе студентам архитектурного и строительного направлений (с образовательной точки зрения) и всем, кто хочет знать историю и достижения отечественных инженеров и архитекторов, часто незаслуженно забытые или малоизвестные.

Начавшаяся в этом направлении работа продолжается. Кроме базовой информации путеводитель, по нашему представлению, должен содержать исторические и современные фотографии сооружений, данные о реставрации или реконструкции, инженерные сведения.

Список используемой литературы:

1. <https://vladimirskiy-kрай.pф/wiki/sh/3804/> (дата обращения 30.05.2023)
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F_%D0%BD%D0%B0_%D0%9E%D0%BA%D0%B5 (дата обращения 30.05.2023)
3. <https://news.myseldon.com/ru/news/index/201547876> (дата обращения 30.05.2023)
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D1%83%D1%85%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F (дата обращения 30.05.2023)
5. Автомобильный туризм [Электронный ресурс]
<https://ru.wikipedia.org/wiki.htm> (дата обращения 30.05.2023)
6. Шесть великих творений русского гения Шухова [Электронный ресурс]
<https://rg.ru/2014/02/02/shuhov-site.html> (дата обращения 30.05.2023)
7. Стеклоанное небо инженера Шухова [Электронный ресурс]
<https://reports.travel.ru/reports/2016/06/253742.html> (дата обращения 30.05.2023)

8. Шуховская башня в Сормове [Электронный ресурс]

<http://autotravel-nn.ru/articles/shuhovskaya> (дата обращения 30.05.2023)

УДК 621.643.03

АНАЛИЗ ПРОЧНОСТИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ С УЧЕТОМ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Е. Р. ДАНИЛОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-321, E-mail: elizaveta.d1603@mail.ru

С. А. МАВРИНА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: sa12mavr03@yandex.ru

Аннотация: Рассматривается проблема прочности систем отопления с учетом температурного воздействия. Представлена сравнительная характеристика современных материалов систем отопления. Обсуждается влияние температуры на прочность трубопровода системы отопления. Выполнен расчет прочности элемента стального трубопровода системы отопления с учетом температуры с целью определения максимального давления жидкости в заданном трубопроводе.

Ключевые слова: система отопления, водопровод, современные материалы водопроводов, коррозия, скорость коррозии.

Системы отопления являются неотъемлемой частью жилых и коммерческих зданий и сооружений, и их прочность играет важную роль в обеспечении безопасности и надежности работы системы. Одним из факторов, оказывающих влияние на прочность системы отопления, является температура. Система отопления представляет собой совокупность элементов и устройств, предназначенных для поддержания комфортной тем-

пературы в помещении. Классификация систем отопления проводится по разным параметрам. Например, по типу источника тепла выделяют: газовые системы отопления, электрические системы отопления, твердотопливные системы отопления, жидкотопливные системы отопления. По способу передачи тепла: системы с воздушным обогревом, системы с водяным обогревом. Также системы отопления разделяют по типу распределительной системы на однотрубные и двухтрубные системы отопления. По способу управления: ручное управление, автоматическое управление; по типу размещения: центральные системы отопления для многоквартирных домов, индивидуальные системы отопления для частных домов и квартир.

Одним из наиболее эффективных теплоносителей для систем отопления является вода. И здесь определенную роль играют следующие факторы. Во-первых, вода имеет высокую теплоемкость, поэтому вода она может поглощать и сохранять большое количество тепла, что позволяет быстро и эффективно нагревать помещение. Во-вторых, вода легко передает тепло от источника (например, котла) к радиаторам или тепловым насосам, которые распределяют тепло по всему помещению. В-третьих, низкий уровень шума именно водяных систем отопления обеспечивает комфортность использования особенно в домашних условиях.

Среди множества типов систем водяного отопления (радиаторные, напольные, стеновые и тепловодяные) наиболее распространены именно радиаторные. Радиаторные системы отопления состоят из котла, насоса, трубопроводов и радиаторов. Напольные системы используются для отопления пола, что создает более равномерное распределение тепла в помещении. Стеновые системы устанавливаются в стенах и могут быть использованы как для отопления, так и для охлаждения помещения. Далее на рис.1 представлены примеры разводок систем отопления. На рис.1 приняты обозначения: 1 – водопроводы системы отопления; 2, 3 – стояки; 4 –

подводка; 5– радиаторный термостатический клапан; 6 – отопительный прибор; 7 – воздухоотводчик; 8 – спускной вентиль; 9 – регулятор перепада давления.

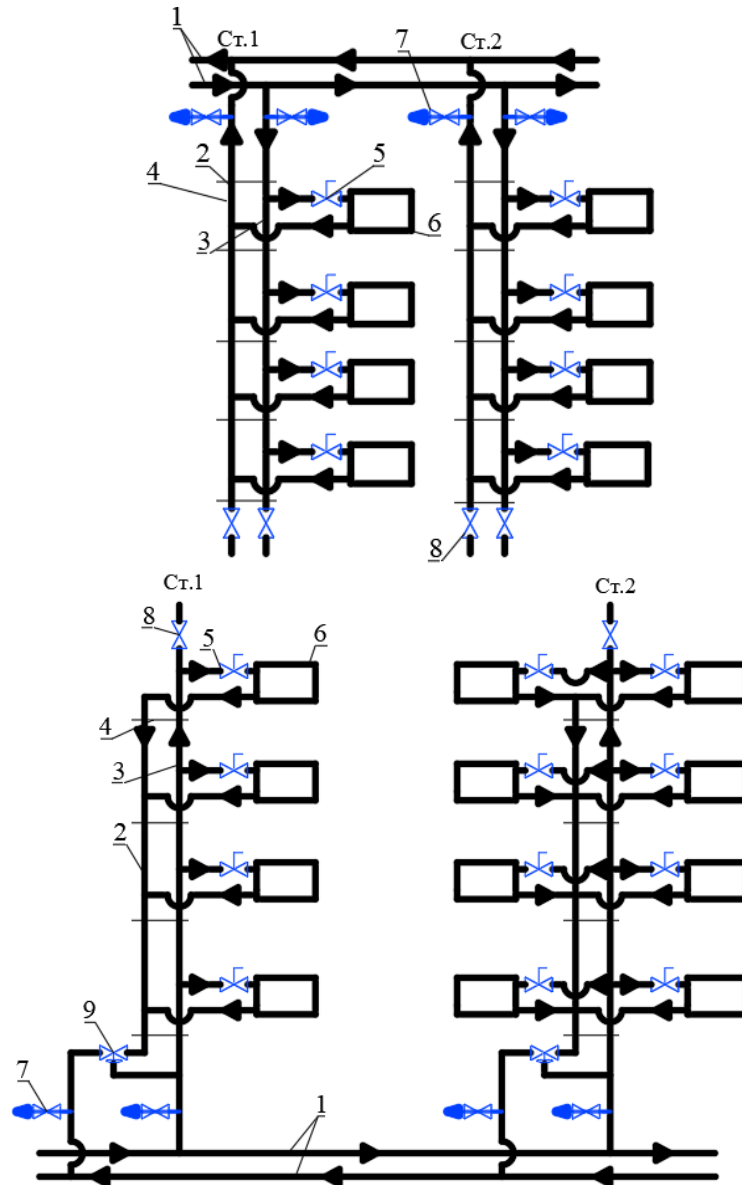


Рисунок 1 - Фрагменты систем отопления с верхней и нижней разводкой

На этом рисунке показаны разные варианты присоединения радиаторов к стоякам: Ст. 1 – одностороннее присоединение, Ст. 2 – двустороннее присоединение радиаторов.

Для монтажа систем водяного отопления используются различные материалы, такие как металлические трубы (например, медные или стальные), металлопластиковые трубы, а также композитные трубы (например, из стекловолокна и полиэтилена). Выбор материала зависит от многих факторов, среди которых важными являются тип системы, бюджет, требования к прочности и долговечности, а также условия эксплуатации. Например, полипропилен нельзя использовать в высокотемпературных отопительных системах (с температурой теплоносителя больше 95 °С). Если температура окажется выше этой отметки, то трубы могут деформироваться или даже лопнуть. Чем выше температура теплоносителя, тем меньше срок службы материала: оптимальная температура для него – не больше 80-85 градусов. При температуре теплоносителя 100 °С полипропилен прослужит всего 5 лет, а температура 105 °С вообще предельная для него. Трубопроводы систем внутреннего теплоснабжения необходимо изготавливать из стальных, медных, латунных, термостойких полимерных (в том числе металлополимерных) труб [1, п. 6.3.1].

При работе трубопроводы подвергаются значительным температурным изменениям, которые могут привести к деформации и разрушению вследствие возникновения коррозии материала трубопроводов при контакте с горячей водой или паром. Существуют нормативные требования по температуре теплоносителя для систем внутреннего теплоснабжения и отопления. В частности, в жилых и общественных зданиях и комплексах температура должна быть не выше 95 °С; в производственных зданиях – не выше 115 °С. В системах внутреннего теплоснабжения и отопления с трубопроводами из полимерных материалов, параметры теплоносителя (температура, давление) должны быть не выше 90 °С и 1,0 МПа [1, п. 6.1.14].

Выполним расчет прочности стального трубопровода системы отопления с учетом температуры. Цель расчета: определить максимальное дав-

ление ($[p]$, МПа) жидкости в заданном трубопроводе; выполнить оценку запаса прочности. Исходными данными для расчета являются: температура среды $t = 90^\circ\text{C}$; наружный диаметр $D = 20$ мм; толщина стенки трубы $s = 2,35$; марка стали трубы (сталь 20, именно эта марка стали чаще всего используется при монтаже трубопроводов системы отопления); допускаемое напряжение $[\sigma] = 142,625$ МПа (определяется в зависимости от материала и температуры среды в трубопроводе [3, с. 9]); минусовой допуск к толщине (поправочный коэффициент) $C_{\text{п}} = 0,25$ мм. Минусовой допуск на толщину стенки трубы до ее наружного диаметра 114 мм выбирается равным – 10%, для труб большего диаметра – 5% [2]; прибавка на коррозию $C_{21} = 1,0$ мм, учитывает возможные процессы коррозии.

1. Определяем суммарную величину допуска на толщину стенки трубопровода, мм:

$$C = C_{\text{п}} + C_{21} = 0,25 + 1,0 = 1,25 \text{ мм.}$$

2. Определяем допустимое рабочее давление в трубе, МПа:

$$[p] = \frac{2[\sigma](s - C)}{D(s - C)} = \frac{2 \cdot 142,625 \cdot (2,35 - 1,25)}{20 - (2,35 - 1,25)} = 16,6 \text{ МПа.}$$

Выполним анализ прочности исследуемого участка трубопровода по давлению. Проведенный расчет показывает, что максимально допустимое рабочее давление может составлять 16,6 МПа (примерно 164 атмосферы) при температуре среды внутри трубы $+90^\circ\text{C}$. В реальной практике по нормативным документам внутри подающего трубопровода теплосети давление не может быть свыше 16 атм. Очевидно, существует практически десятикратный запас прочности по давлению.

Для сравнения увеличим температуру теплоносителя до $+100^\circ\text{C}$, тогда допускаемое напряжение $[\sigma] = 130$ МПа. Вычислим допустимое рабочее давление в трубопроводе в этом случае:

$$[p] = \frac{2 \cdot 130 \cdot (2,35 - 1,25)}{20 - (2,35 - 1,25)} = 15,13 \text{ МПа.}$$

Как видим, повышение температуры теплоносителя приводит к уменьшению допустимого рабочего давления. Далее на рис. 2 показан ниспадающий характер зависимости допустимого рабочего давления при повышении температуры.

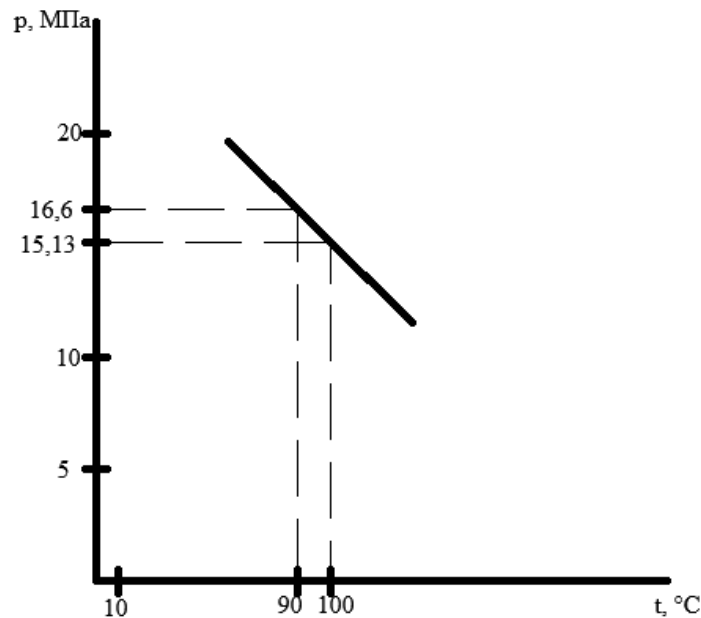


Рисунок 2 - Зависимость максимально допустимого давления от температуры

Таким образом, выполненные расчеты показывают, что при увеличении температуры теплоносителя снижается допустимое рабочее давление в трубопроводе, что приводит к понижению запаса прочности трубопровода.

Список используемой литературы:

1. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха». Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. М., 2020.
2. Расчет на прочность стального трубопровода. [Электронный ресурс]. [https://studref.com/633028/tehnika/raschet_prochnosti_stalnoynogo_truboprovo da](https://studref.com/633028/tehnika/raschet_prochnosti_stalnoynogo_truboprovo_da).

УДК 69.04

**СРАВНЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ СХЕМ КУПОЛА ПРИ ПОМОЩИ
ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА STARK ES**

А. С. УСОВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-221, E-mail: usovlexx@mail.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_l_e@mail.ru

Аннотация: рассматривается расчет конструкции сложной формы (купола) при помощи программного комплекса STARK ES; реализовано взаимодействие STARK ES с AutoCAD; проведено сравнение разных конструктивных схем купола; есть возможность использования работы в качестве методического материала при изучении компьютерных технологий расчета конструкций.

Ключевые слова: купол, STARK ES, расчетная схема.

Цена на основные строительные материалы, такие как металл, дерево, бетон, постоянно растет. Строительные компании всё чаще ставят основным критерием стоимость конструкции в целом. В этой связи применительно к проектированию необходимо искать ответ на вопрос: какая конструктивная схема будет более рациональна с точки зрения расхода материала? Ниже будет показан подход к решению этого вопроса при проектировании купола с использованием компьютерных технологий.

Проектируется стальной купол в форме полусферы (размеры – рис. 1), каркас – труба квадратного сечения по ГОСТ 30245-2003, крепление каркаса купола к его основанию жесткое.

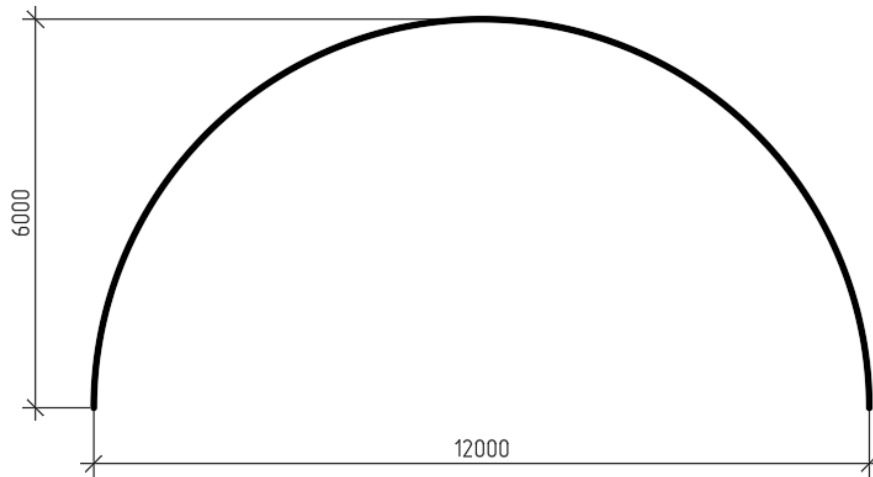


Рисунок 1

Первый вариант конструктивной схемы представлен на рис. 2.

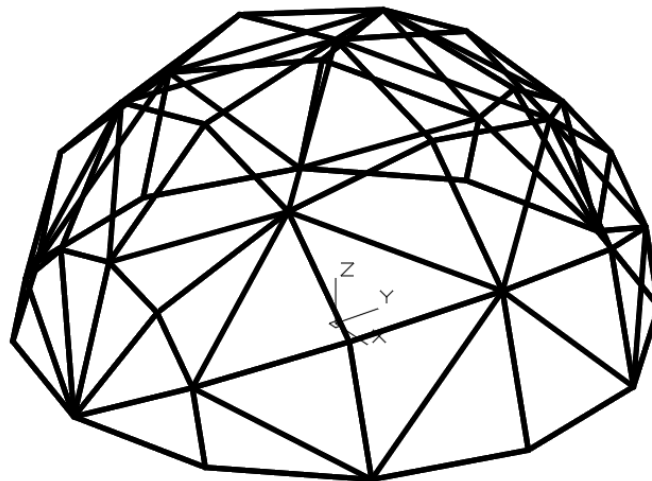


Рисунок 2

Вторым вариантом рассматривается каркас купола с меридиональными и круговыми ребрами (рис. 3).

Расчет купола проводился с использованием программного комплекса (ПК) STARK ES. Конечные элементы модели каркаса купола – 3D-стержни. Первоначально нагрузка на купол взята в виде собственного веса каркаса и вертикальной сосредоточенной силы в верхней точке купола.

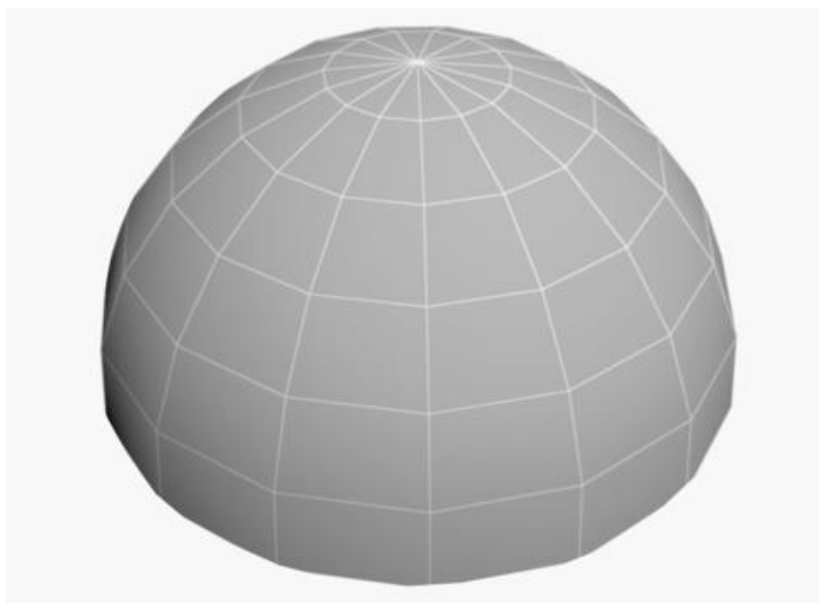



Рисунок 3

Ключевые этапы создания геометрической модели купола по первому варианту.

- Геометрическая модель каркаса создана в ПК AutoCAD (рис 4), сохранена в формате .dxf; в ПК STARK ES осуществлен импорт этой модели, здесь она выступает в качестве подложки (рис. 5).

- При помощи команды «Установка 3D-стержней» с опцией «К подложке DXF» создана геометрическая модель каркаса в ПК STARK ES (рис. 6).

- Перед заданием жесткостей сечений элементов для корректного задания сечений проверены местные системы координат конечных элементов: команда «Оси МСК» (); итог – на рис. 7; на рис. 8 представлено задание жесткостей.

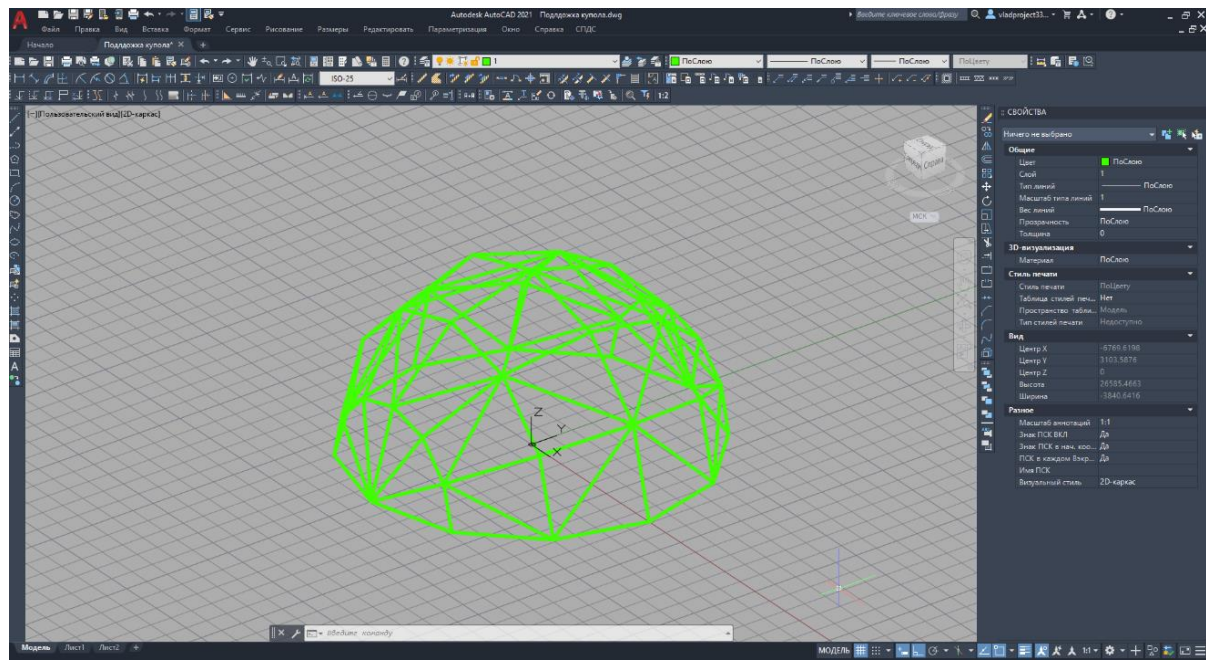


Рисунок 4

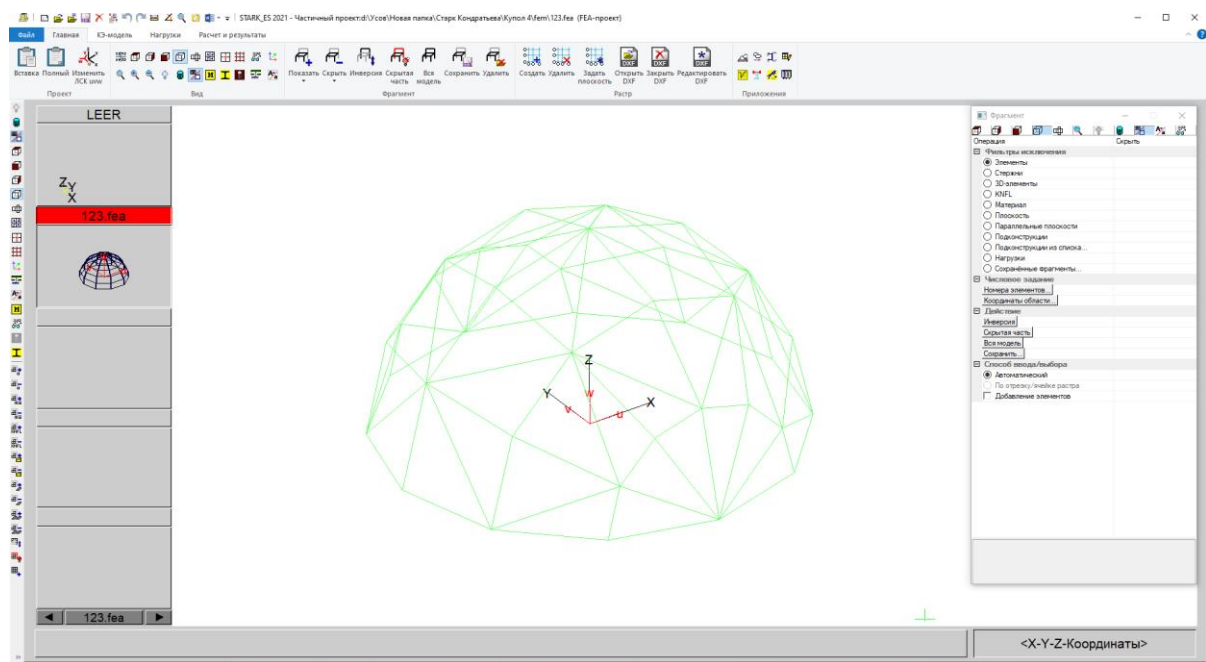


Рисунок 5

- Крепление купола моделируется узловыми опорами – жесткими заделками (рис. 9).

- Заданы два нагружения: собственный вес (нагружение 1) и сосредоточенная сила (нагружение 2).

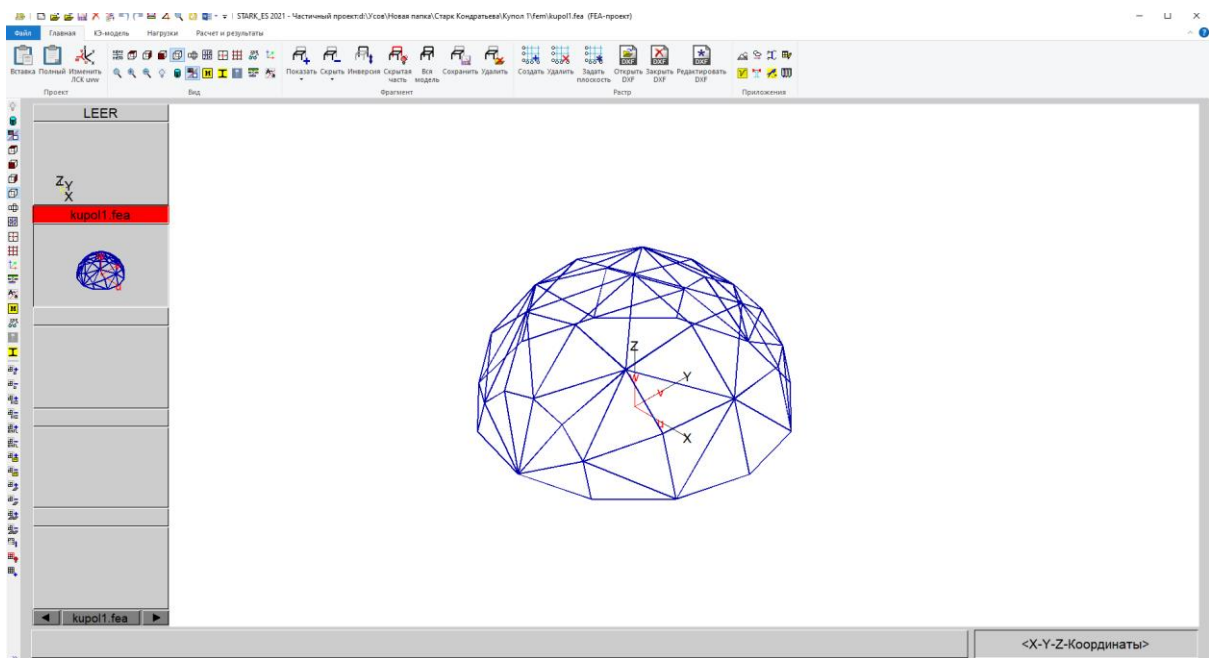


Рисунок 6

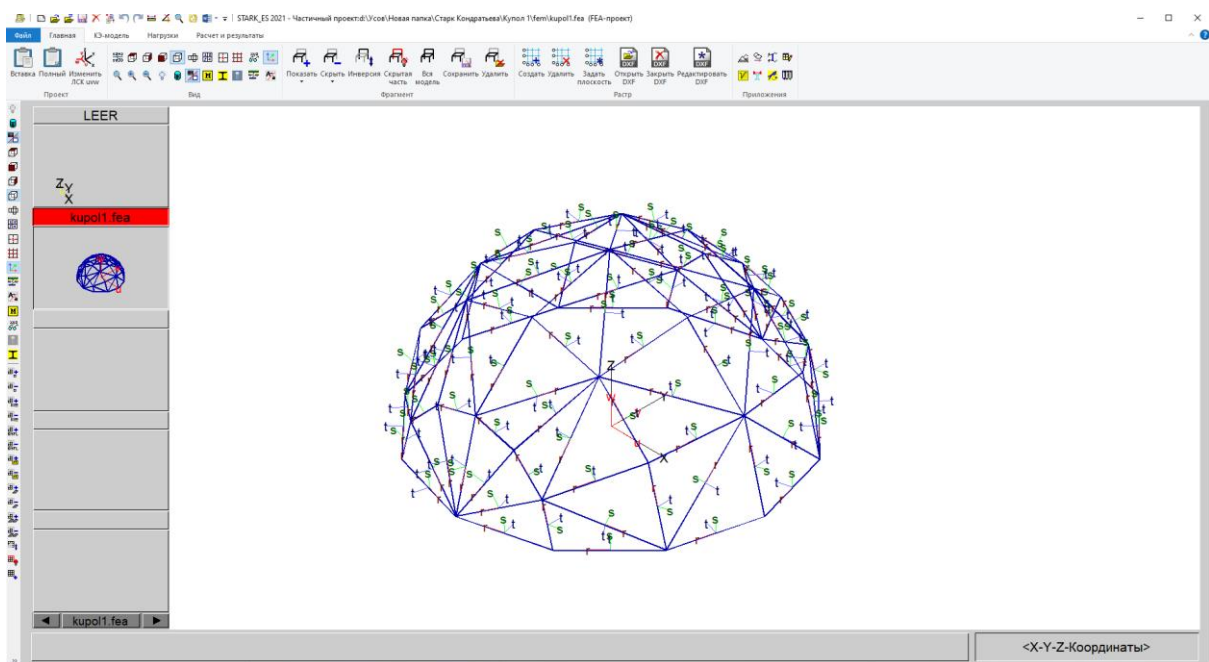


Рисунок 7

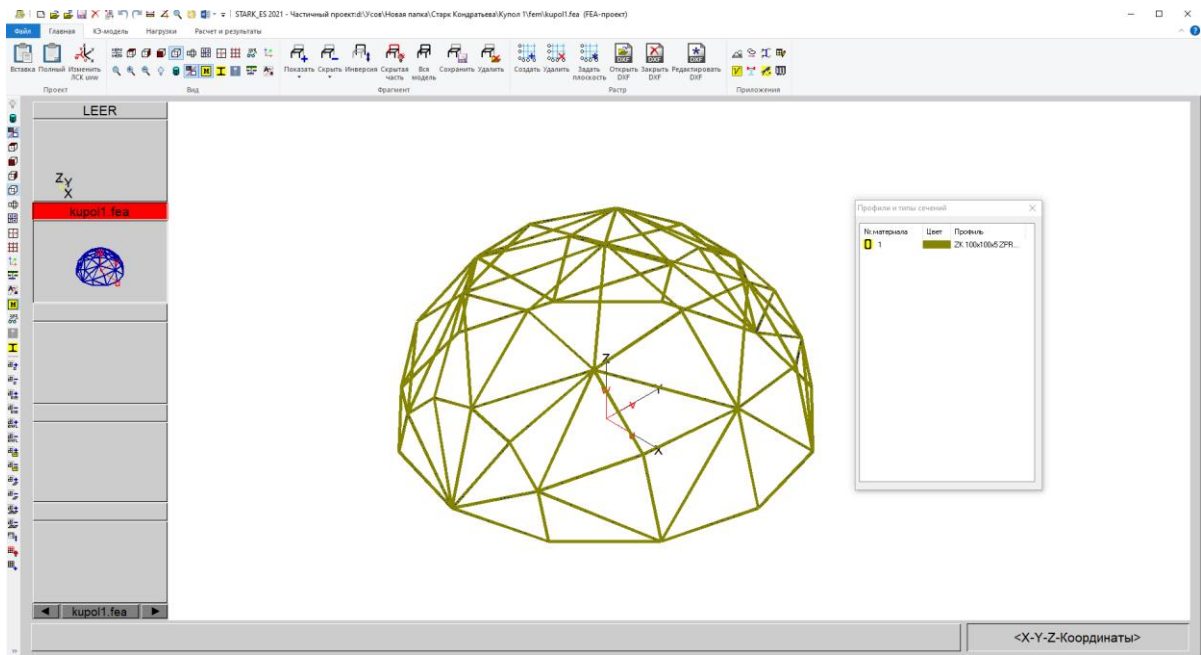


Рисунок 8

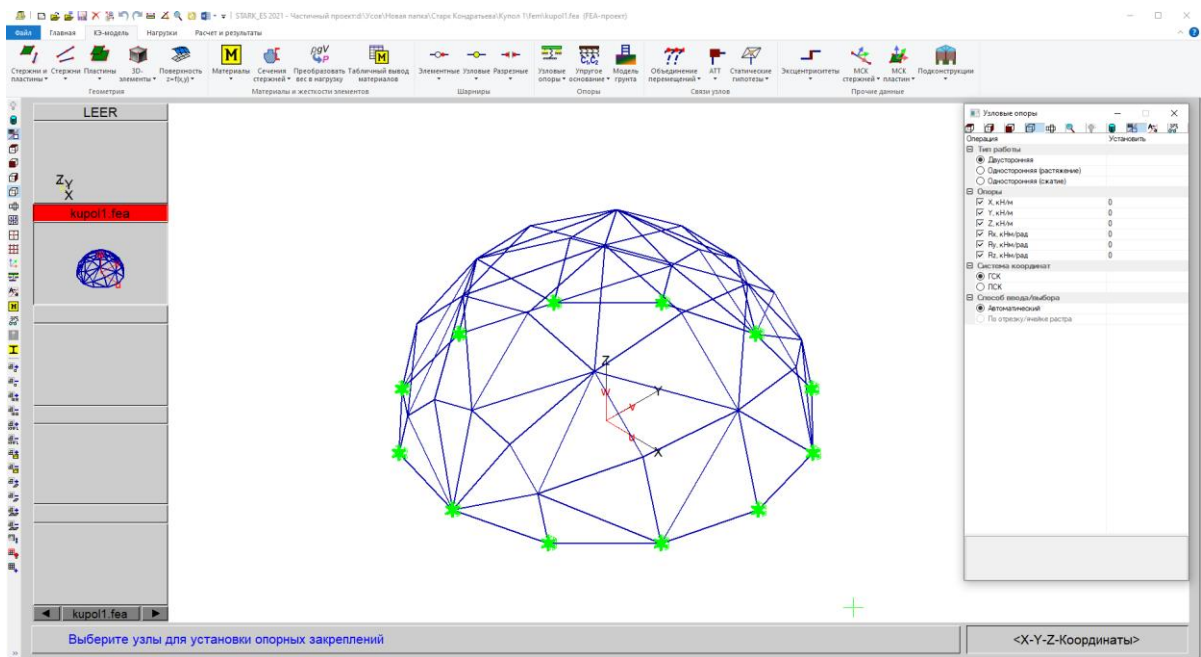


Рисунок 9

Ключевые этапы создания геометрической модели купола по второму варианту.

- Для создания геометрической модели каркаса купола была использована команда «Создать – POS-Проект (Тело вращения)». Предварительно

в ПК AutoCAD выполнены исходные чертежи геометрической модели (вид сверху, вид сбоку, образующая полусферы купола), см. рис. 10. В ПК STARK ES импорт осуществлен, как это описано выше (результат – на рис. 11).

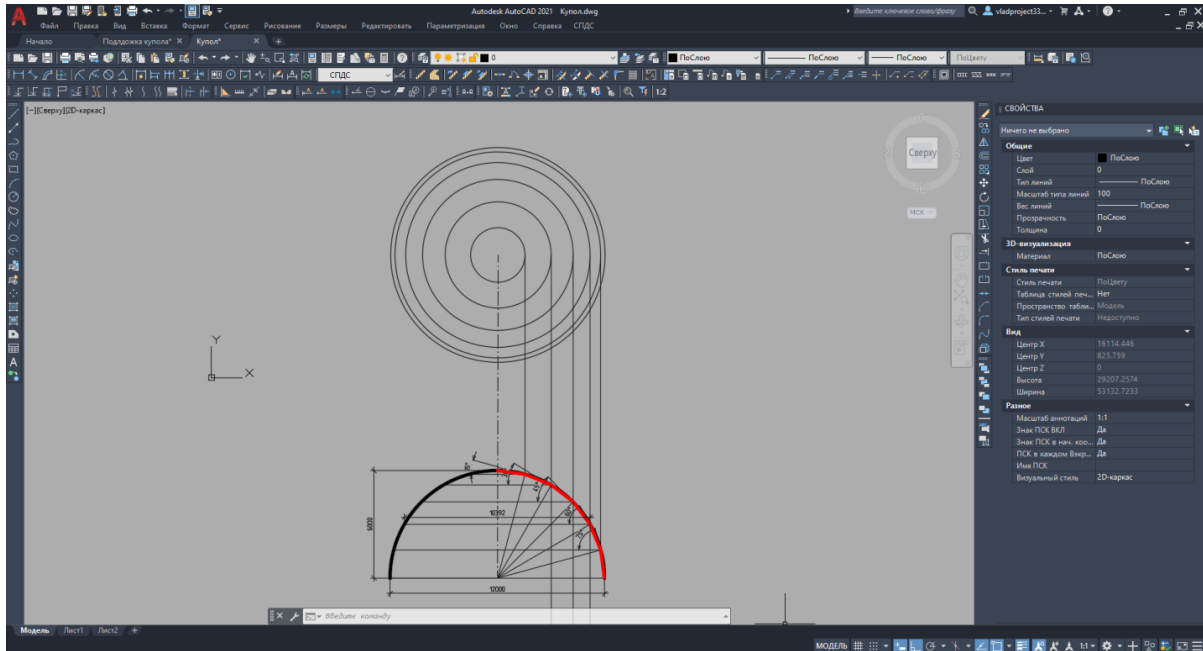


Рисунок 10

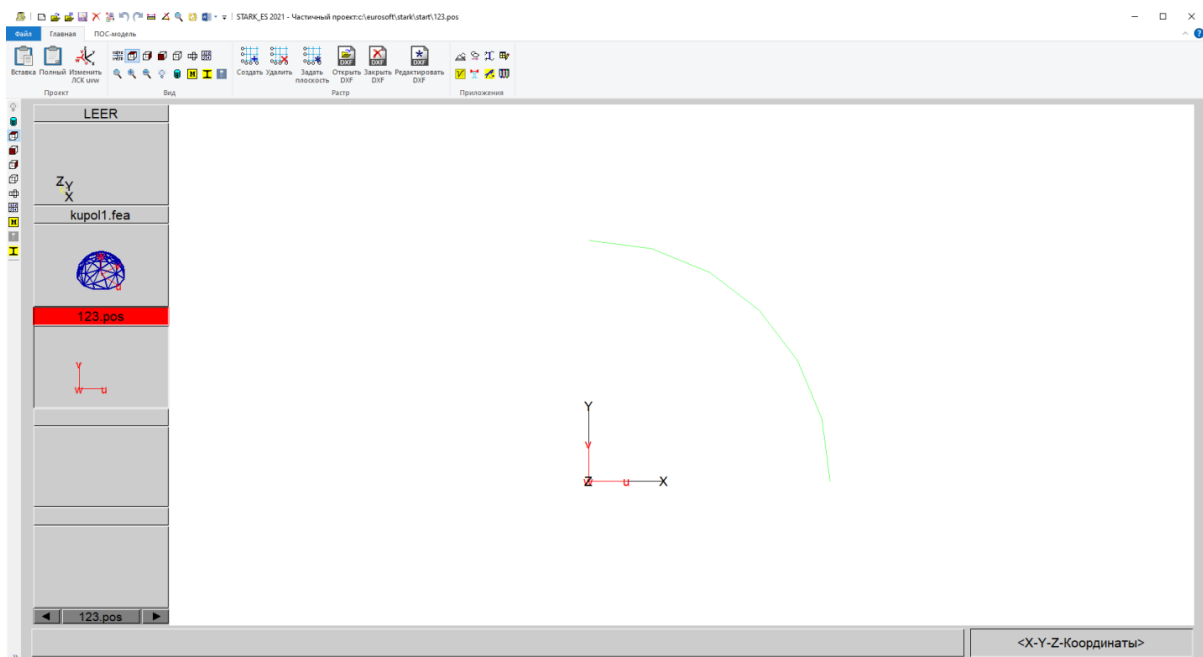


Рисунок 11

- Геометрическая модель каркаса в ПК STARK ES создана при помощи команды «Образующие» (подложка «обводится»), см. рис. 12.

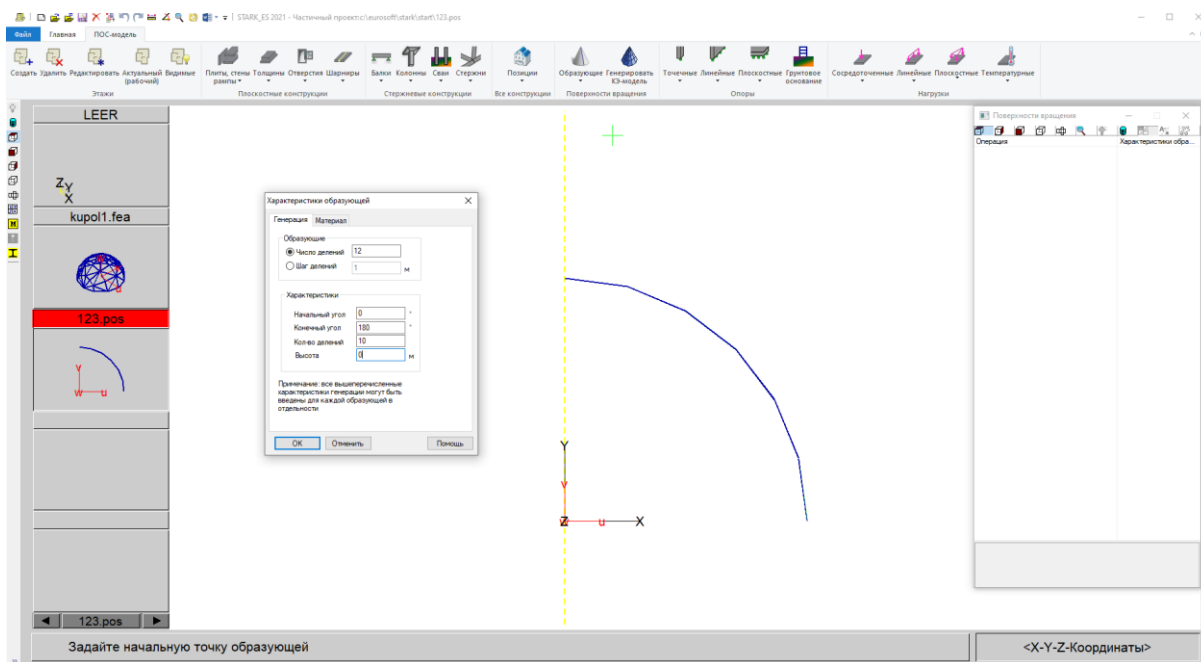


Рисунок 12

- Остальные этапы формирования расчетной схемы купола в STARK ES реализованы, как это описано выше.

В результате расчета получены схемы деформации купола, значения перемещений узлов, внутренних усилий в сечениях элементов.

На рис. 13-15 представлены основные результаты расчета по первому варианту конструктивной схемы, на рис. 16-18 – по второму варианту схемы.

По результатам расчета видим, что (при примерно одинаковом расходе материала) элементы модели первого варианта конструктивной схемы испытывают меньшие усилия, чем элементы модели второго варианта (рис. 14, 17). С другой стороны, для модели второго варианта имеем меньшие перемещения узлов, то есть эта конструктивная схема более жесткая. Планируемое продолжение работы предполагает учет конкретных требо-

ваний по прочности, жесткости и устойчивости, в результате чего модели будут доработаны и проанализированы.

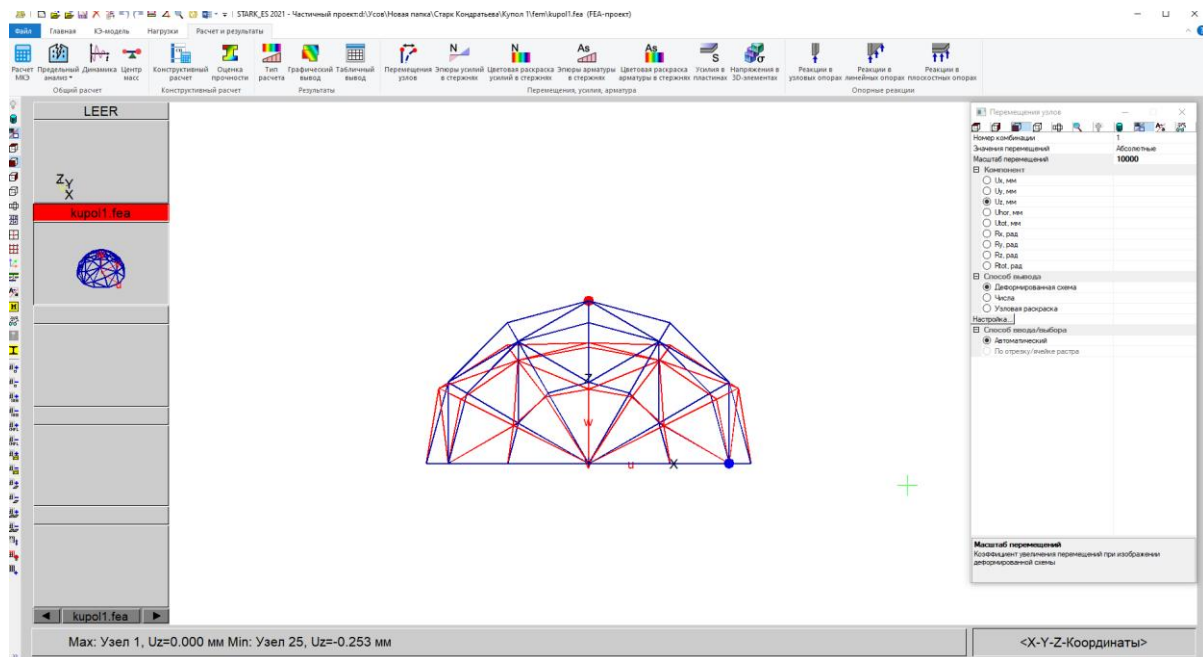


Рисунок 13 – Схема деформации (красным цветом) и наибольшее вертикальное перемещение

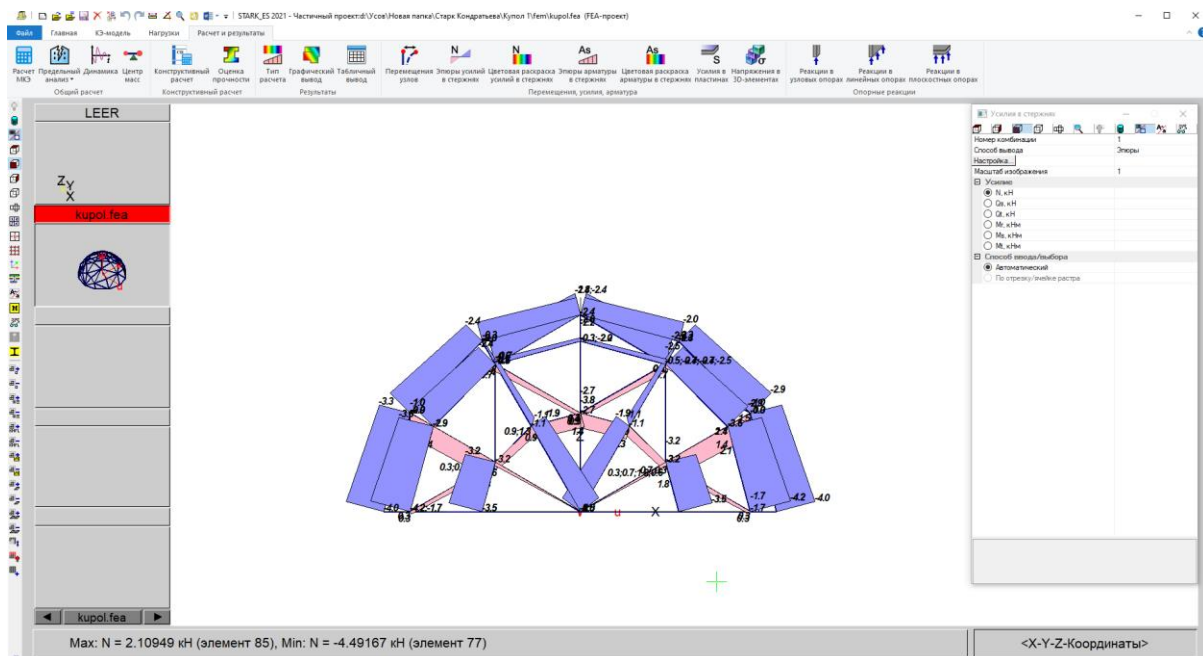


Рисунок 14 – Эпюра продольной силы, кН

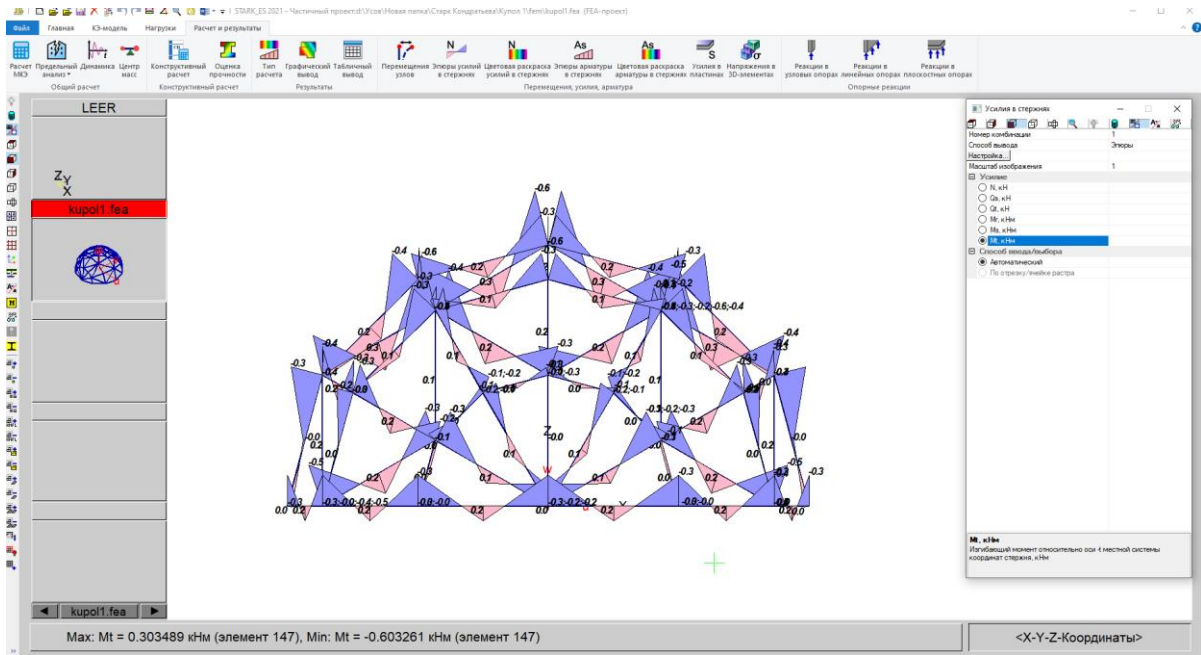


Рисунок 15 – Эпюра изгибающего момента (M_t), кНм

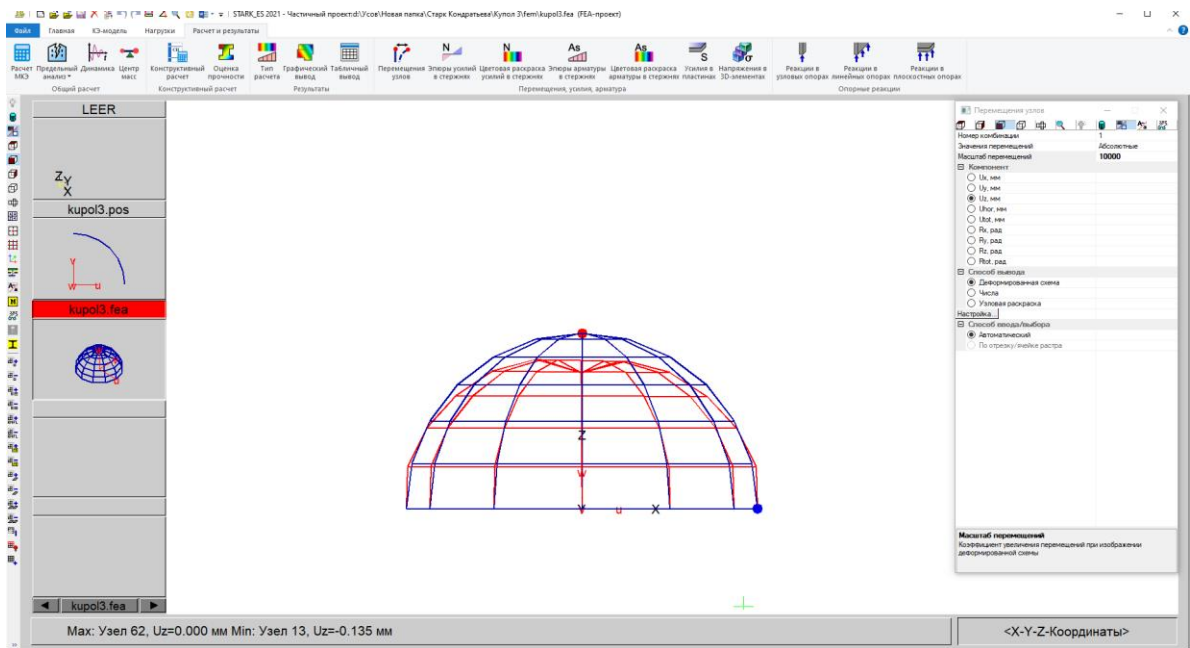


Рисунок 16 – Схема деформации (красным цветом) и наибольшее вертикальное перемещение

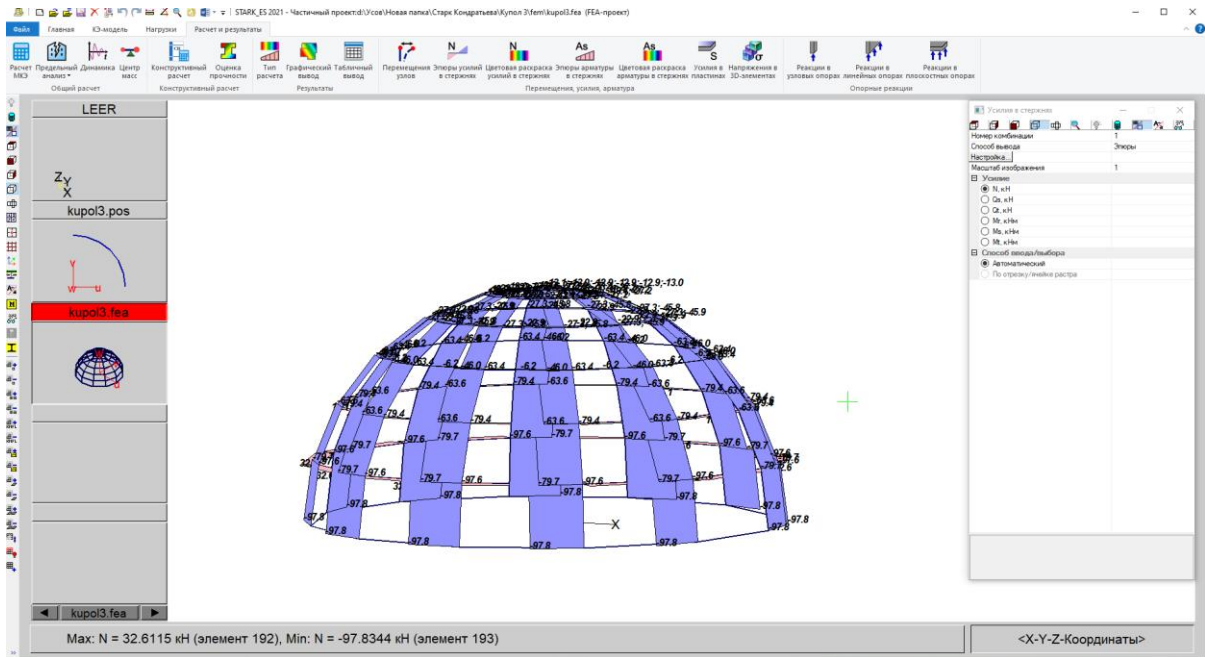


Рисунок 17 – Эпюра продольной силы, кН

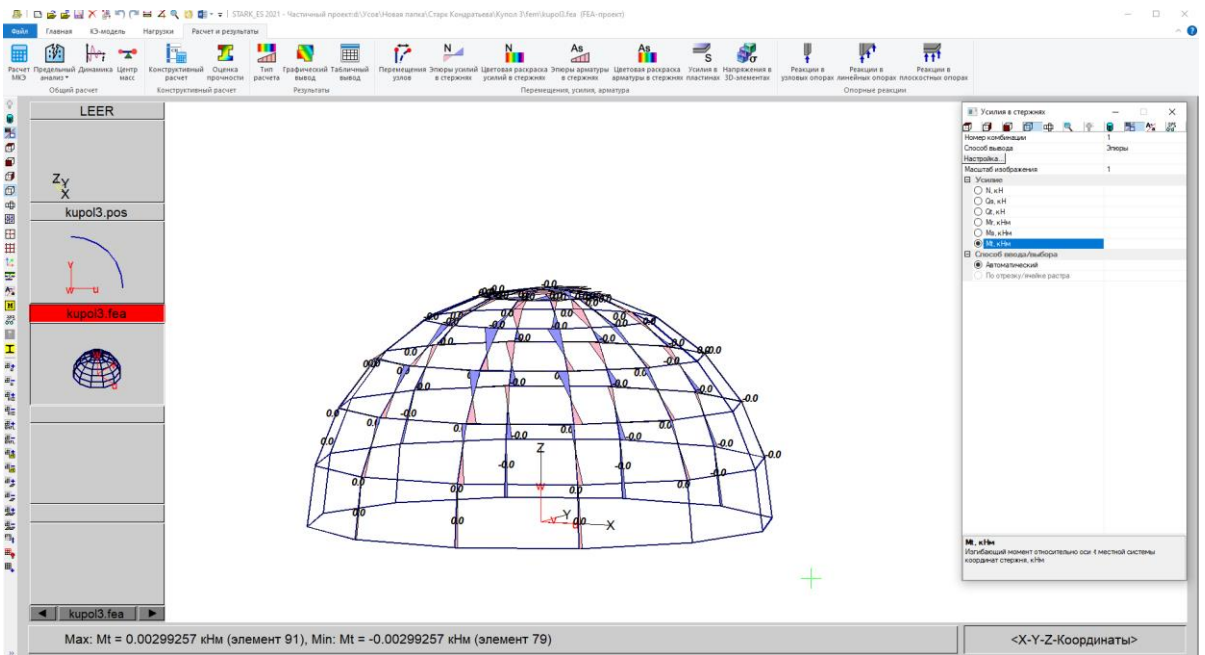


Рисунок 18 – Эпюра изгибающего момента (Mt), кНм

У этой работы есть и методический результат: этот пример расчета конструкции сложной формы с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР) может использоваться при обучении магистрантов направления «Строительство» (дисциплина «Численные методы ре-

шения инженерно-технических задач в строительстве» и другие курсы по освоению строительного проектирования в САПР).

Список использованных источников:

1. Сидоров, В. Н., Вершинин, В. В. Метод конечных элементов в расчете сооружений [Электронный ресурс]. Учебное пособие. М: Изд-во АСВ, 2015. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300904.html>
2. Пятикрестовский, К. П. Расчет ребристых куполов. Методические указания. М: Изд-во НИУ МГСУ. 2015.
3. Бурлакова, А. М, Кондратьева, Л. Е. и др. Математическое моделирование. Учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. – 128 с. ISBN 978-5-9984-0786-4
4. Кондратьева, Л. Е. Численные методы решения инженерно-технических задач в строительстве. Учебное пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ. 2018. – 160 с. ISBN 978-5-9984-1012-3
5. Кондратьева, Л. Е. Численные методы расчетов строительных конструкций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Е. Кондратьева ; Владимир. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2020. – 179 с. ISBN 978-5-9984-0994-3. Регистрация в ФГБУ НТЦ «Информрегистр», №0322002122
6. Руководство по ПК STARK <http://dwg.ru/dnl/4974> (дата обращения 30.05.2023.)

УДК 624.072.23

РАСЧЕТ УЧАСТКА ТРУБОПРОВОДА

П. Ю. ПАЗУХИН – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С–320, E-mail: pazukhin33@mail.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_1_e@mail.ru

Аннотация: представлено применение программного комплекса STARK ES для расчета трубопровода; определены внутренние усилия, деформации.

Ключевые слова: трубопровод, неразрезная балка, STARK ES, деформации, усилия.

Системы тепло-, газо, водоснабжения должны, кроме функциональных требований, удовлетворять требованиям прочности, жесткости и устойчивости. Для расчетов на прочность, жесткость и устойчивость используются как классические методы механики, так и компьютерные технологии. Целью работы было использовать расчетный программный комплекс STARK ES для определения деформаций и внутренних усилий трубопровода.

Поиск объекта расчета не составляет труда: часто для этого достаточно выйти во двор своего дома. Выбран участок тепловой сети (рис. 1).

Нагрузка, геометрия, опоры участка трубопровода позволяют считать его неразрезной балкой. Размеры участков, диаметр трубы были определены при помощи измерительных инструментов. Величина нагрузки (собственный вес трубы и теплоизоляции, вес теплоносителя) определена

по нормативным документам, при этом считалось, что труба занята теплоносителем полностью, теплоноситель – вода. Принятая расчетная схема приведена на рис. 2.



Рисунок 1 – Исследуемый участок трубопровода (тепловой сети)

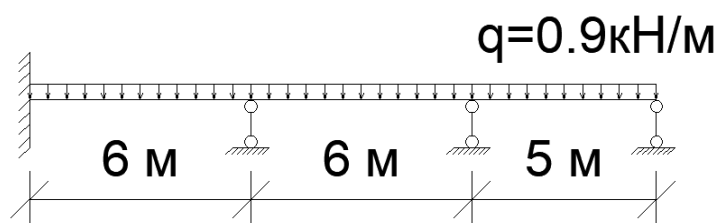


Рисунок 2 – Расчетная схема

Ключевые этапы создания расчетной схемы в программе STARK ES:

- геометрическая модель балки создана командой «Стержни и пластины – Установить»; использована также команда «Стержни – Делить»;
- сформировано одно нагружение, включающее и вес трубы с теплоизоляцией, и вес теплоносителя;
- при задании жесткости сечений элементов наличие теплоизоляции не учитывалось, так как ее влияние на жесткость очевидно несущественно.

На рис. 3-5 приведены основные результаты расчета.

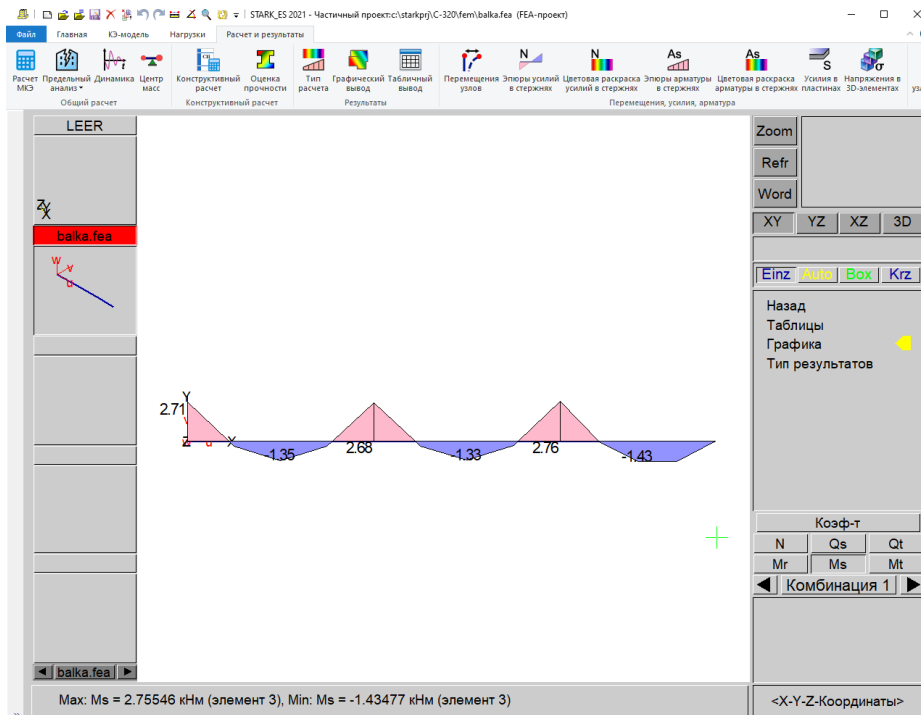


Рисунок 3 – Эпюра изгибающего момента, кНм

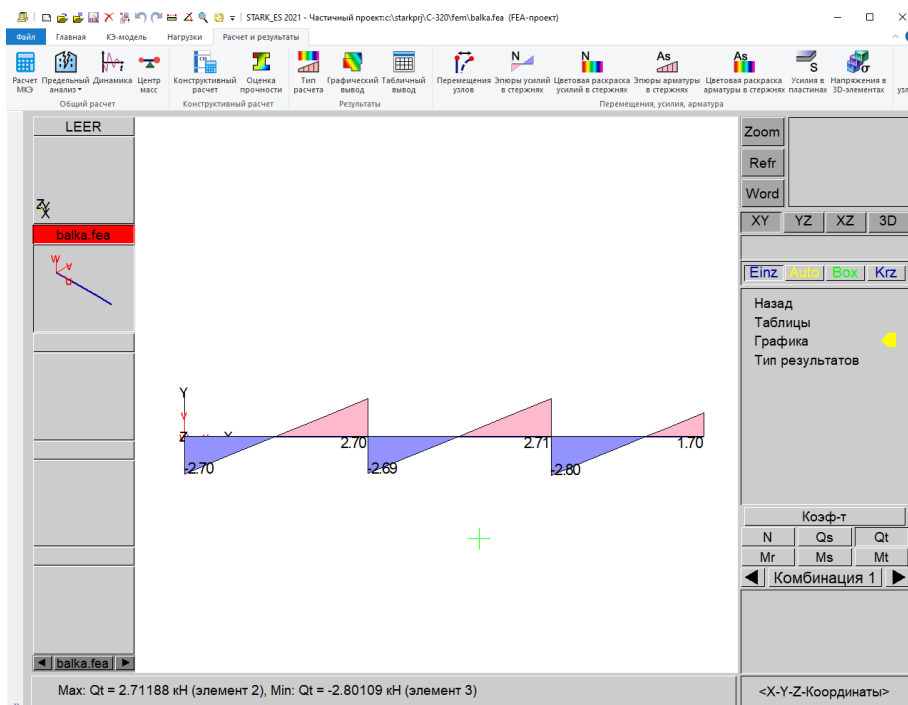


Рисунок 4 – Эпюра поперечной силы, кН

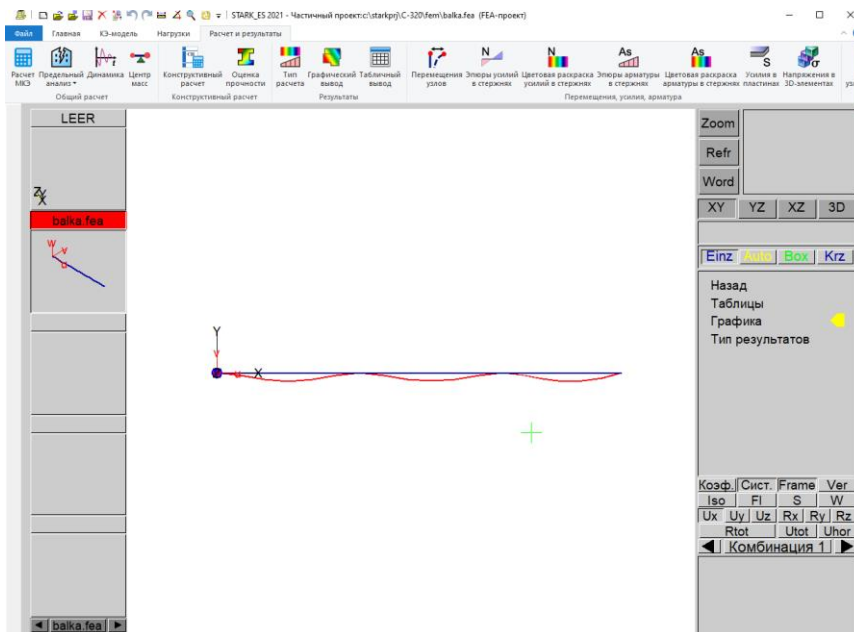


Рисунок 5 – Схема деформации трубопровода (для наглядности схема деформации укрупнена)

Таким образом, современный вычислительный программный комплекс STARK ES позволяет эффективно выполнять расчеты конструкций разной сложности, имеет удобный для освоения и в работе интерфейс; полученные результаты позволяют выполнить оценку прочности и жесткости конструкции классическими методами; возможность запроектировать прочную, жесткую и устойчивую конструкцию предоставляет и программный комплекс.

Список используемой литературы:

1. ГОСТ 10704-91 «ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОСВАРНЫЕ ПРЯМОШОВНЫЕ»
2. Кондратьева, Л. Е. Строительная механика: учебное пособие / Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Издательство ВлГУ. 2013. – 252 с.
3. Кондратьева, Л. Е. Численные методы расчетов строительных конструкций. – Владимир: ВлГУ, 2020. – 180 с.

УДК 69.04

**РАСЧЕТ ПЛАСТИН ПРИ ПОМОЩИ ПРОГРАММНОГО
КОМПЛЕКСА STARK ES**

В. Е. ЕРМАКОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-222, E-mail: kulkova.valeriya98@yandex.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_1_e@mail.ru

Аннотация: рассматривается расчет пластин при помощи программного комплекса; работа может быть использована в качестве методического материала при освоении компьютерных технологий расчета конструкций в форме пластин (плиты перекрытий и др.).

Ключевые слова: пластина, расчет, системы автоматизированного проектирования, STARK ES.

Для расчета на прочность, жесткость, устойчивость стержневых конструкций существует немало эффективных классических методов. Расчет же пластинчатых конструкций существенно сложнее, классические методы дают возможность решения достаточно ограниченного перечня таких задач, поэтому здесь неоценима роль вычислительных компьютерных программ на основе метода конечных элементов.

При этом необходимо понимать, что и в рамках вычислительной программы расчет пластин не является простым. Это связано, в частности, с необходимостью грамотно дискретизировать исследуемую конструкцию (определиться с видом конечных элементов, их количеством, возможной неравномерностью разбиения).

В этой работе представлен расчет пластины (рис. 1), являющейся плитой перекрытия здания.

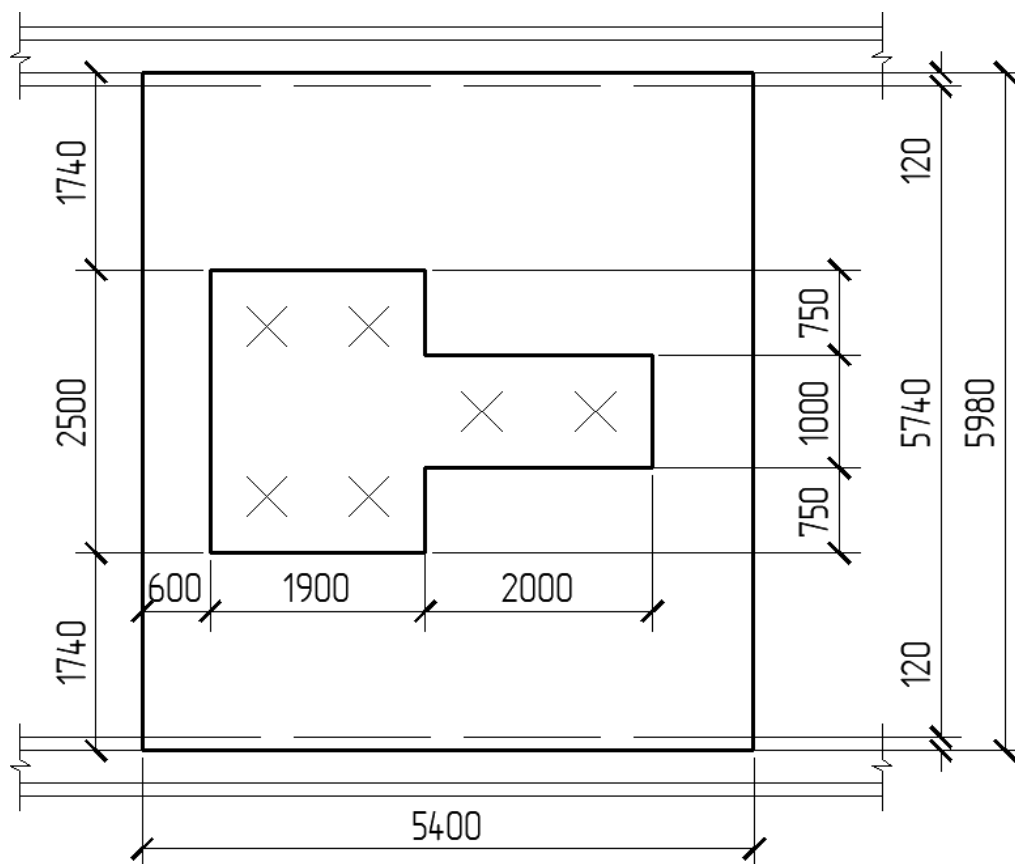


Рисунок 1 – Пластина (X – опоры аппарата МРТ)

Плита железобетонная монолитная толщиной 300 мм (бетон марки В25, арматура А400 D20 сеткой с 200 мм на 200 мм). Постоянная нагрузка на плиту – вес конструкции пола и аппарата МРТ (рис. 1): нагрузка веса аппарата МРТ составляет 16,7 кН в каждой точке опирания аппарата; нагрузка веса конструкции пола – 2,8 кН/м² (клетка Фарадея и цементно-песчаная стяжка). Полезная нагрузка – 2,4 кН/м².

Расчет выполнялся в программном комплексе (ПК) STARK ES. Особенности создания расчетной схемы пластины в ПК STARK ES:

- для создания геометрической модели пластины была использована DXF-подоснова, подготовленная в программе AutoCAD (рис. 2);

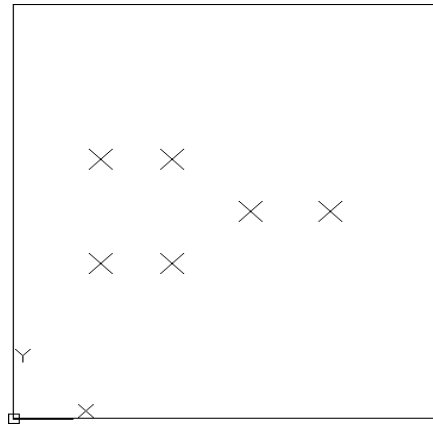


Рисунок 2 – DXF-подоснова

- геометрическая модель создана при помощи команды «Стержни и пластины – Установить» с опцией «Оболочки» (конечные элементы – четырехугольные (квадратные размером 200 мм на 200 мм)), см. рис. 3, 4;

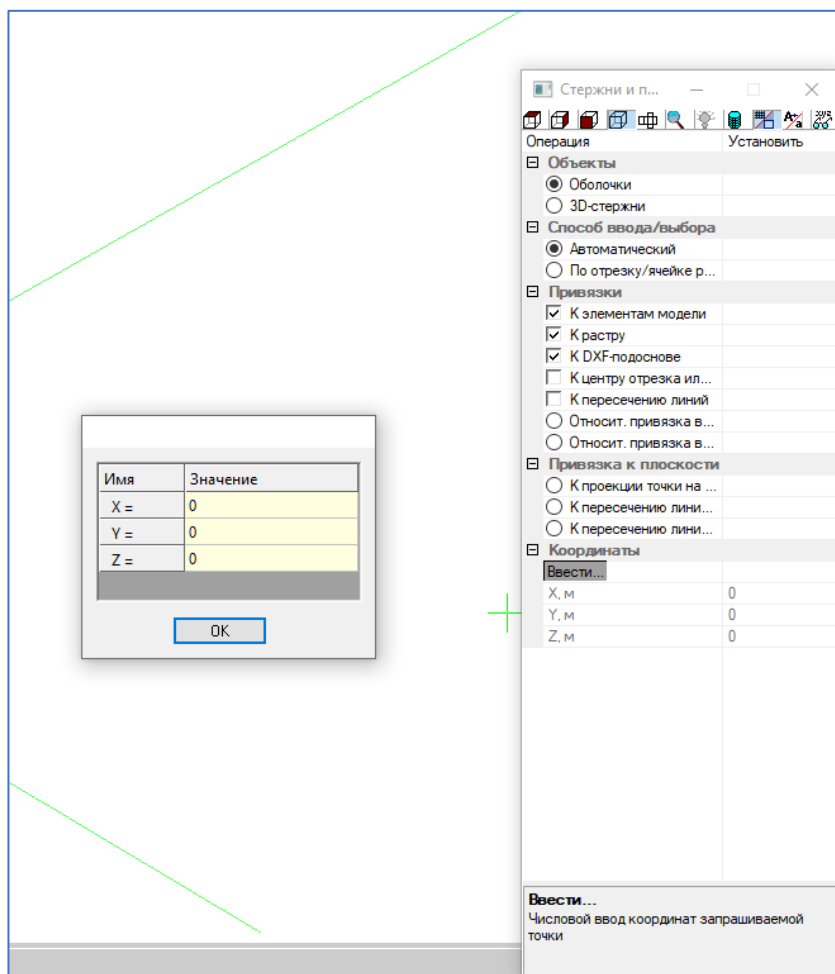


Рисунок 3 – Создание первого конечного элемента

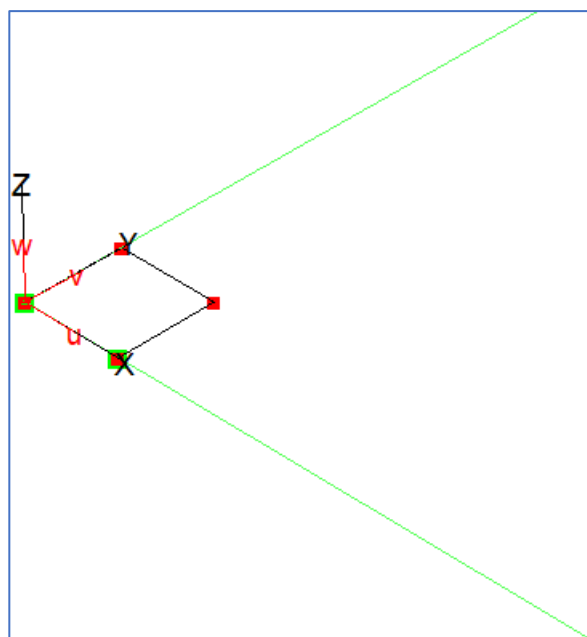


Рисунок 4 – Первый конечный элемент

- для размножения конечного элемента на все пространство DXF-подосновы использована команда «Стержни и пластины – Копировать», итог – на рис. 5;

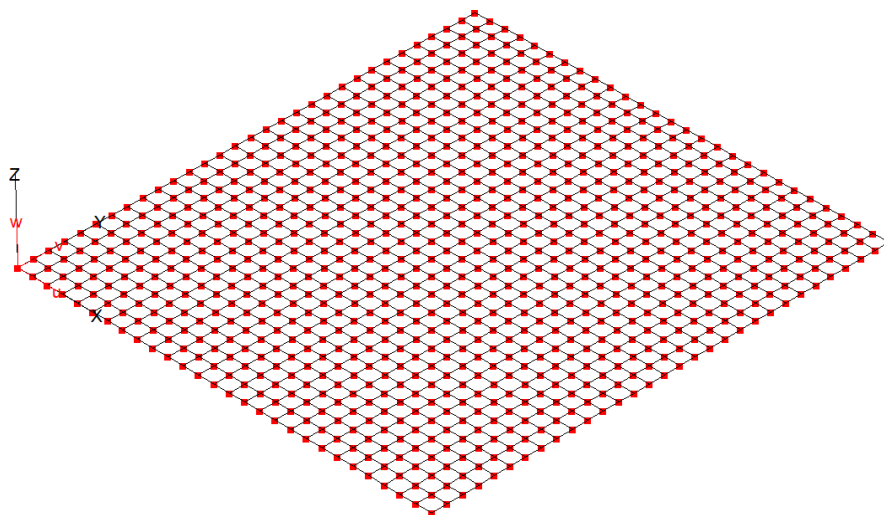


Рисунок 5 – Конечно-элементная модель пластины

- опирание пластины смоделировано узловыми опорами – жесткими заделками (команда «Узловые опоры – Установить»), см. рис. 6.

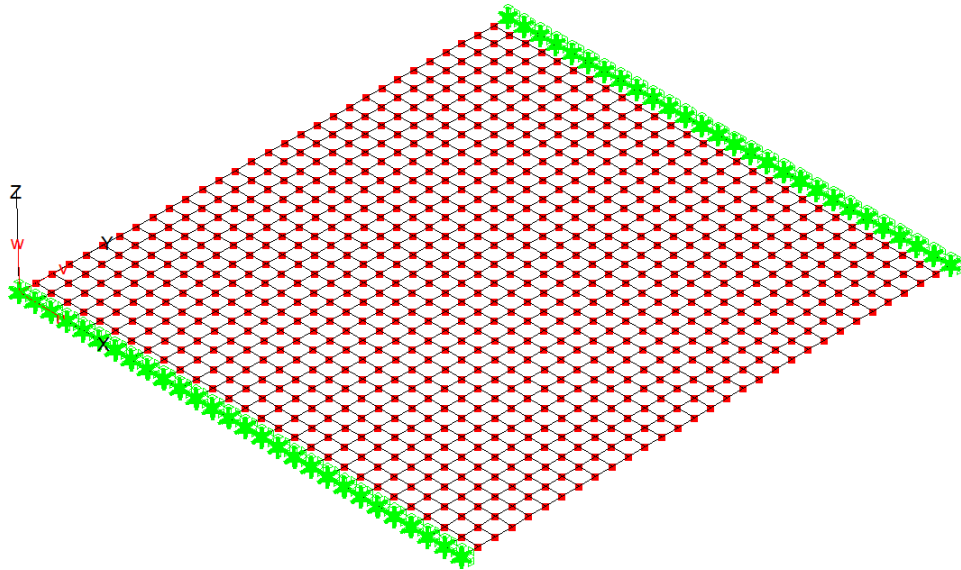


Рисунок 6 – Опираие пластины

- материал и толщина пластины заданы командой «Материалы – Назначить», см. рис. 7, 8;

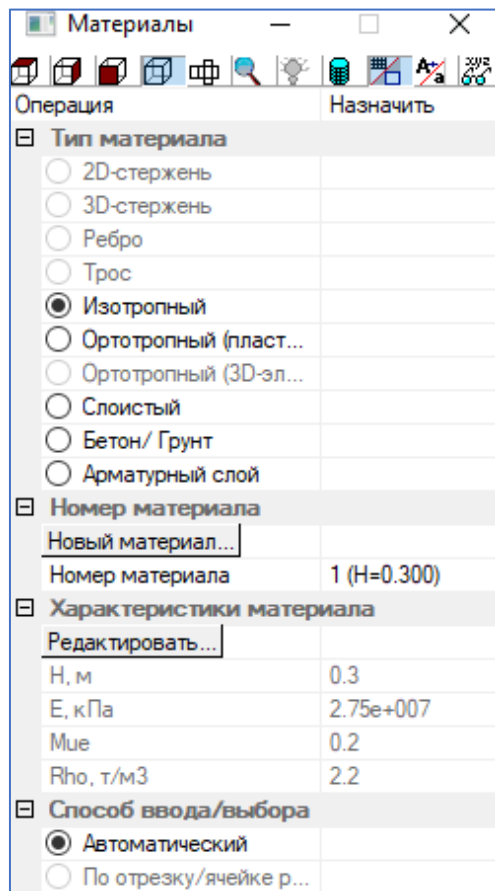


Рисунок 7 – Задание материала и толщины

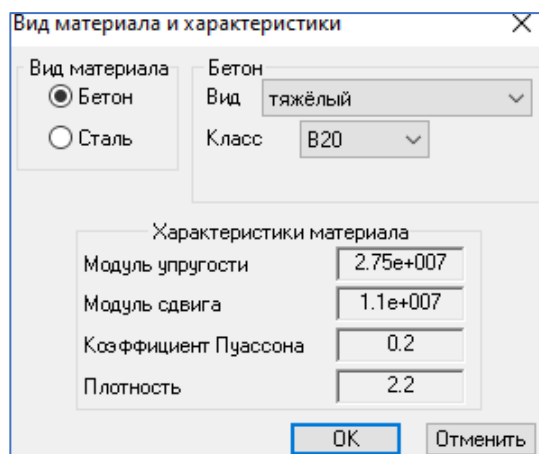


Рисунок 8 – Характеристики материала пластины

- сосредоточенные нагрузки заданы командой «Точечные – Установить» закладки «Нагрузки» (рис. 9);

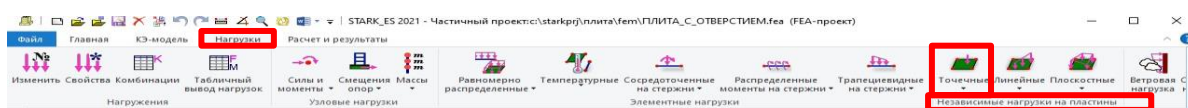


Рисунок 9 – Задание сосредоточенных нагрузок

- равномерно распределенная нагрузка задана командой «Равномерно распределенные – Установить» закладки «Нагрузки» (рис. 10);

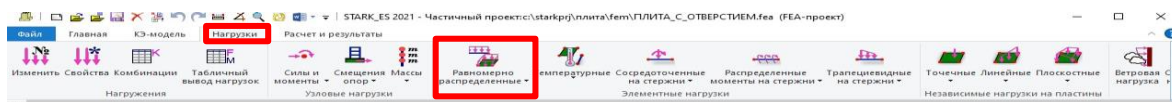


Рисунок 10 – Задание распределенных нагрузок

- настройки диалогового окна команды «Расчет МКЭ» при расчете пластины приведены на рис. 11;

- после выполнения расчета для задания армирования сделаны следующие настройки: по железобетонным конструкциям «СП 63.13330.2018», по пластинам «Основная арматура»; затем заданы конкретные параметры основной арматуры (верхняя и нижняя D20, поперечная D8); см. рис. 12, 13;

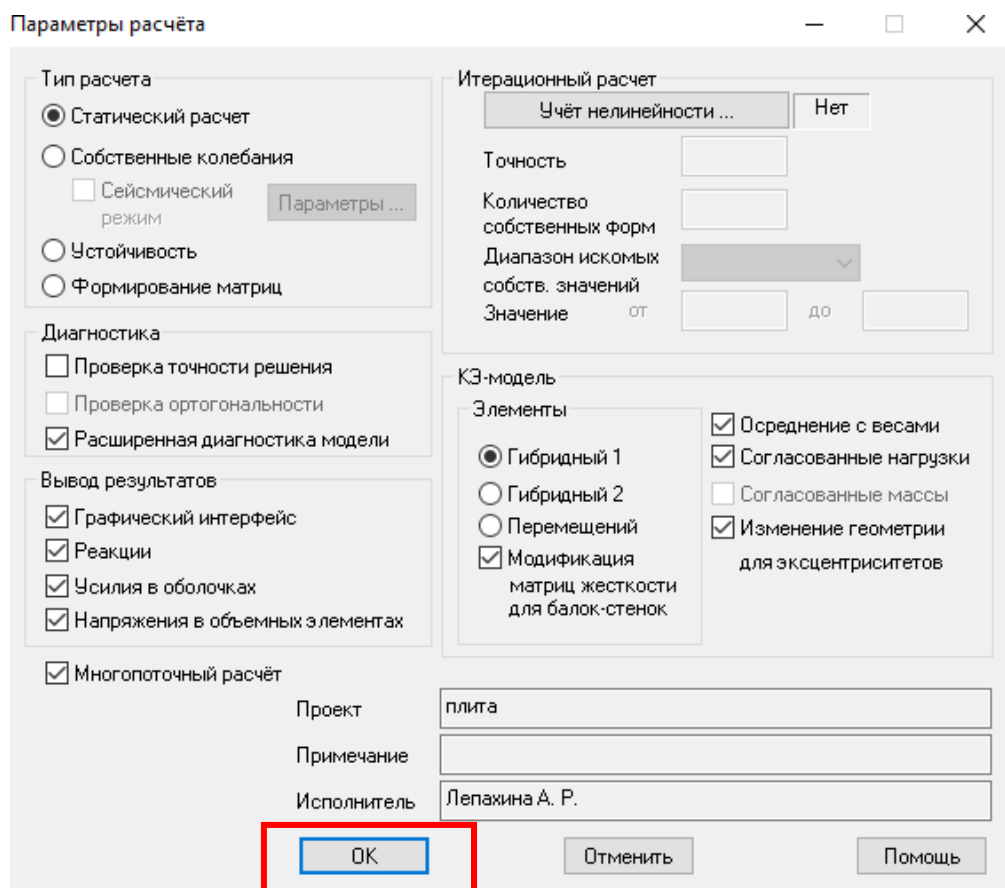


Рисунок 11 – Настройки для расчета пластины

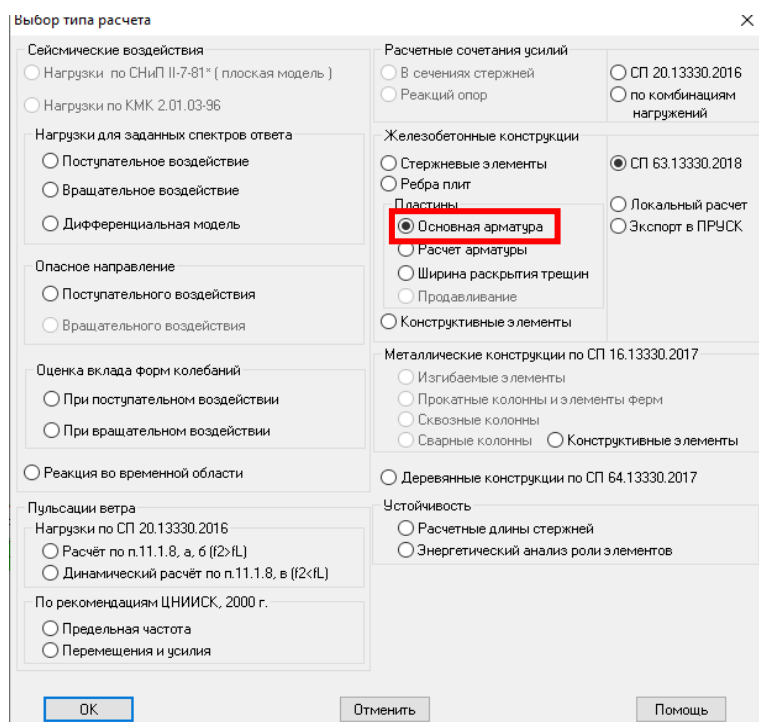


Рисунок 12 – Задание армирования

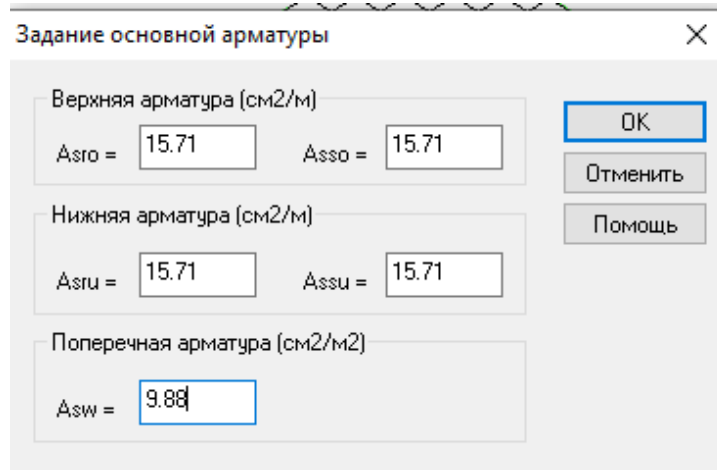


Рисунок 13 – Параметры основной арматуры

- настройки для расчета железобетонной пластины приведены на рис. 14 (диалоговое окно «Задание данных по армированию по СП ...» появляется после нажатия кнопки «Расчет арматуры» диалогового окна рис. 12).

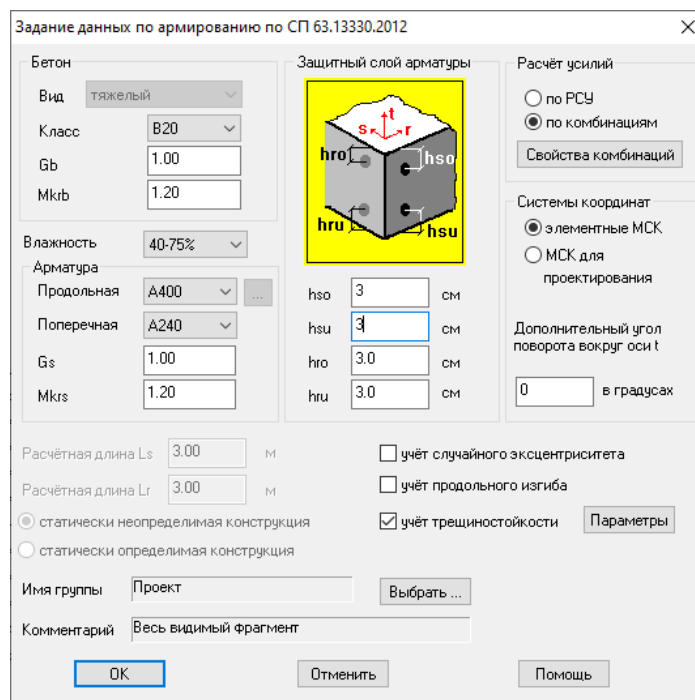


Рисунок 14 – Настройки для расчета железобетонной пластины

На рис. 15-18 приведены результаты расчета пластины без задания основной арматуры, который выполнен для определения необходимой площади поперечного сечения арматуры.

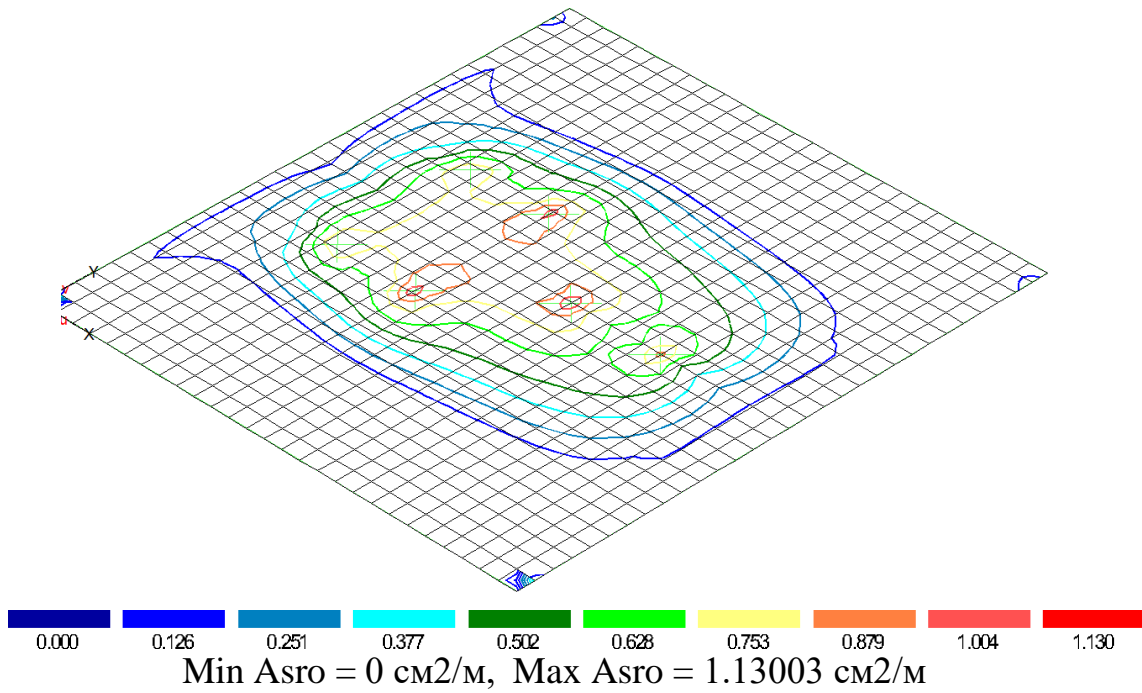


Рисунок 15 – Верхняя арматура в пластине вдоль оси r (x)

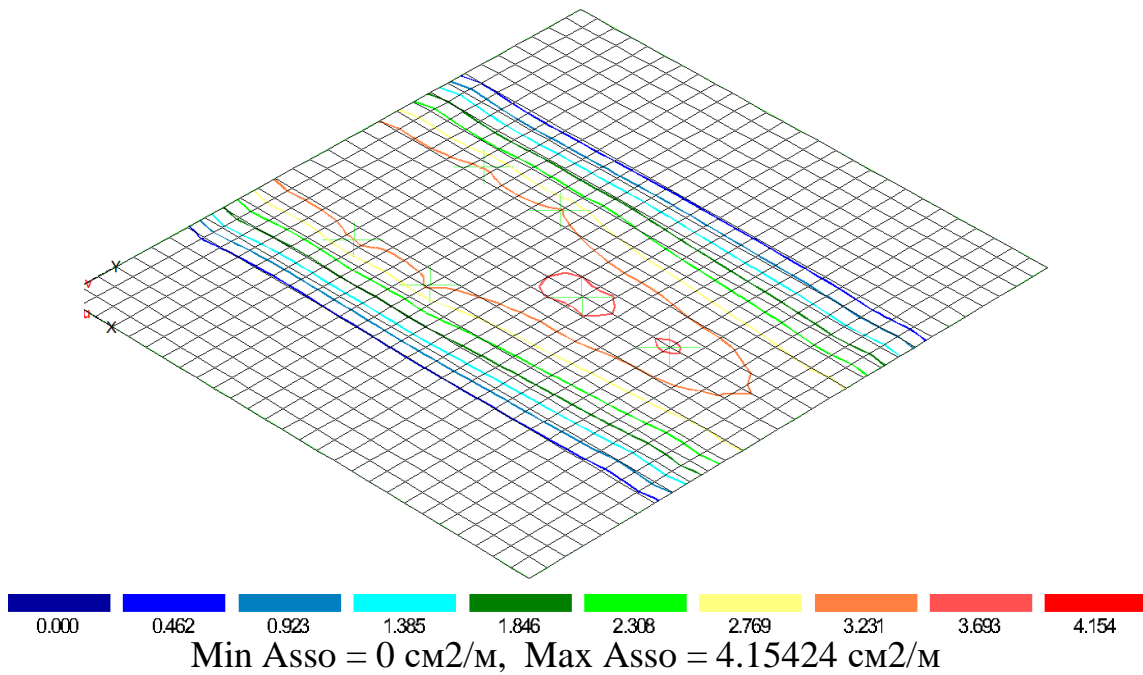


Рисунок 16 – Верхняя арматура в пластинах вдоль оси s (y)

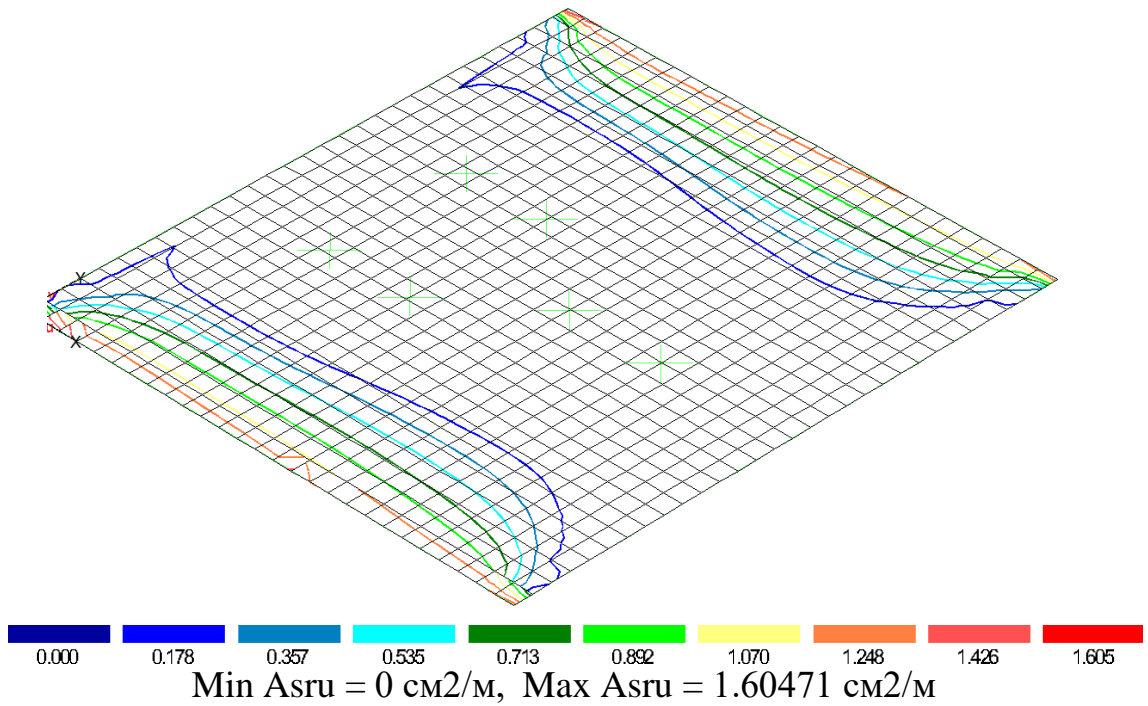


Рисунок 17 – Нижняя арматура в пластинах вдоль оси x

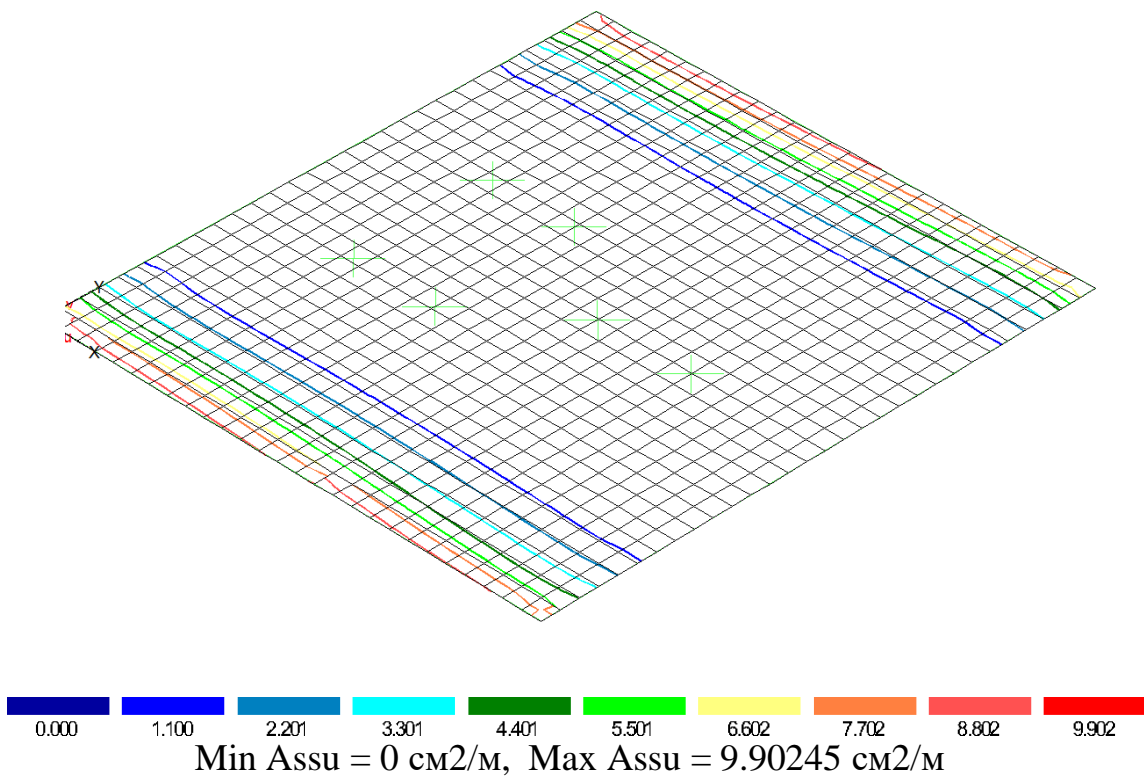
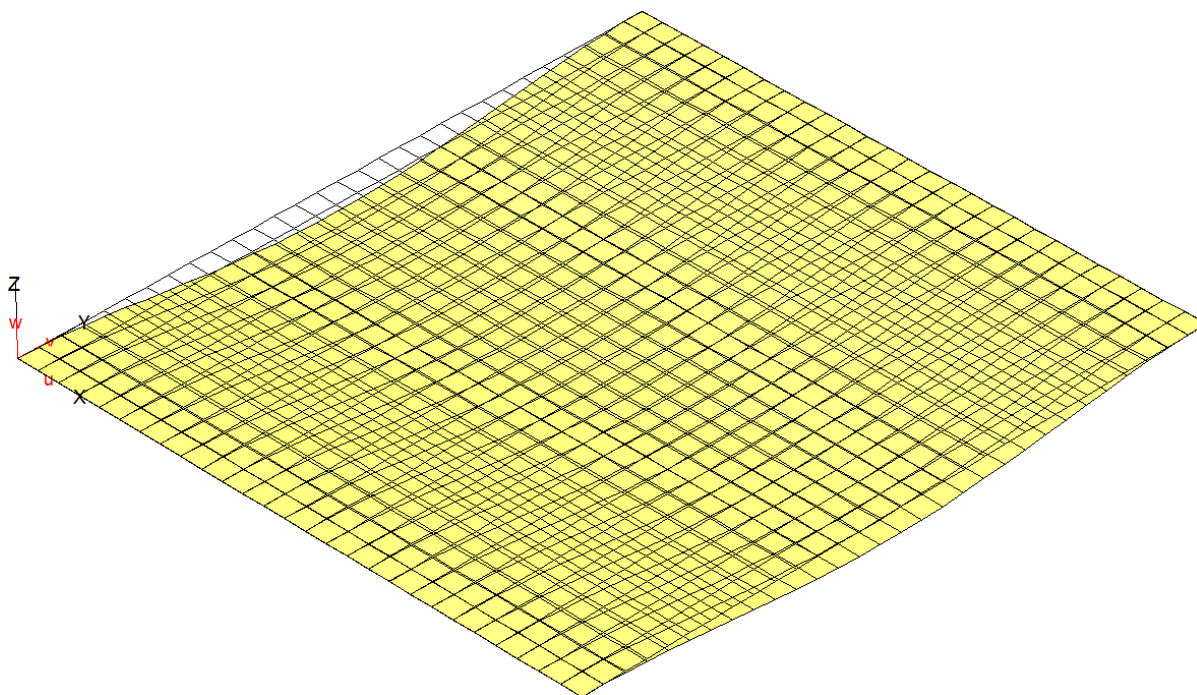


Рисунок 18 – Нижняя арматура в пластинах вдоль оси s (y)

Таким образом, при условии симметричного армирования плиты сет-

кой максимальная требуемая арматура 9,90245 см²/м (рис. 18), что эквивалентно арматуре D16. Следовательно, несущая способность плиты обеспечена, так как мы имеем большую площадь армирования плиты (D20), чем требуется по расчету.

На рис. 19-23 приведены результаты расчета пластины по деформациям и внутренним усилиям.



Max: Узел 1, $U_z=0.000$ мм Min: Узел 421, $U_z=-2.514$ мм

Рисунок 19 – Схема деформации пластины и экстремальные вертикальные перемещения узлов

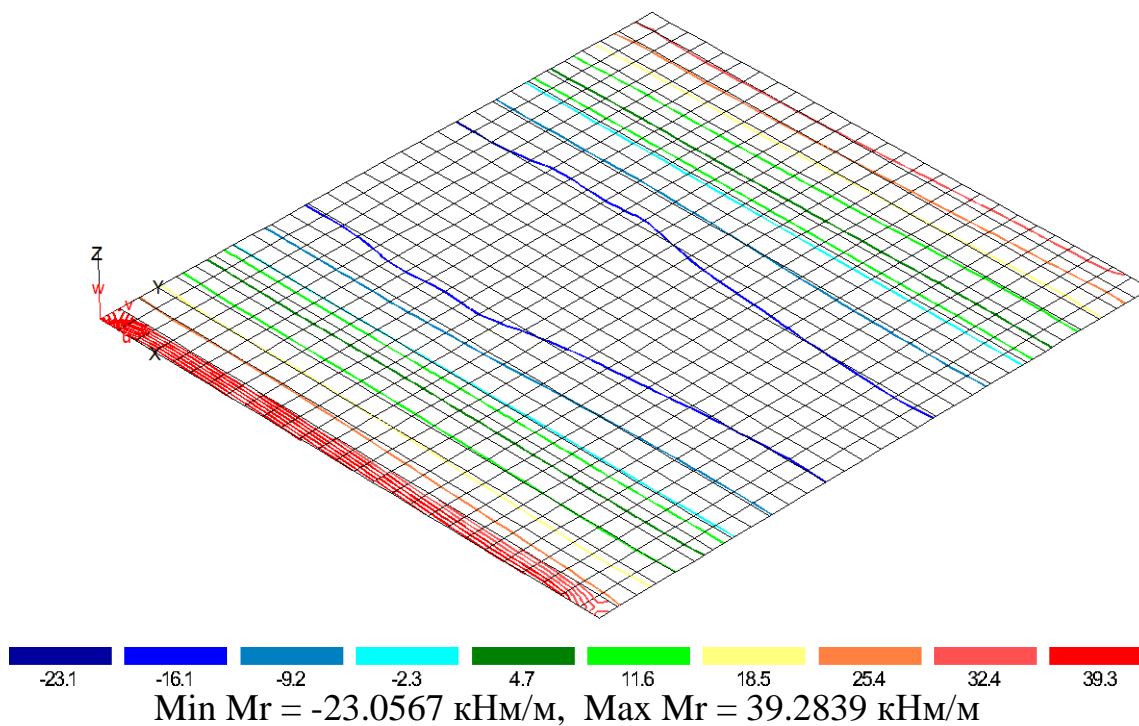


Рисунок 20 – Изгибающие моменты относительно оси r (x)

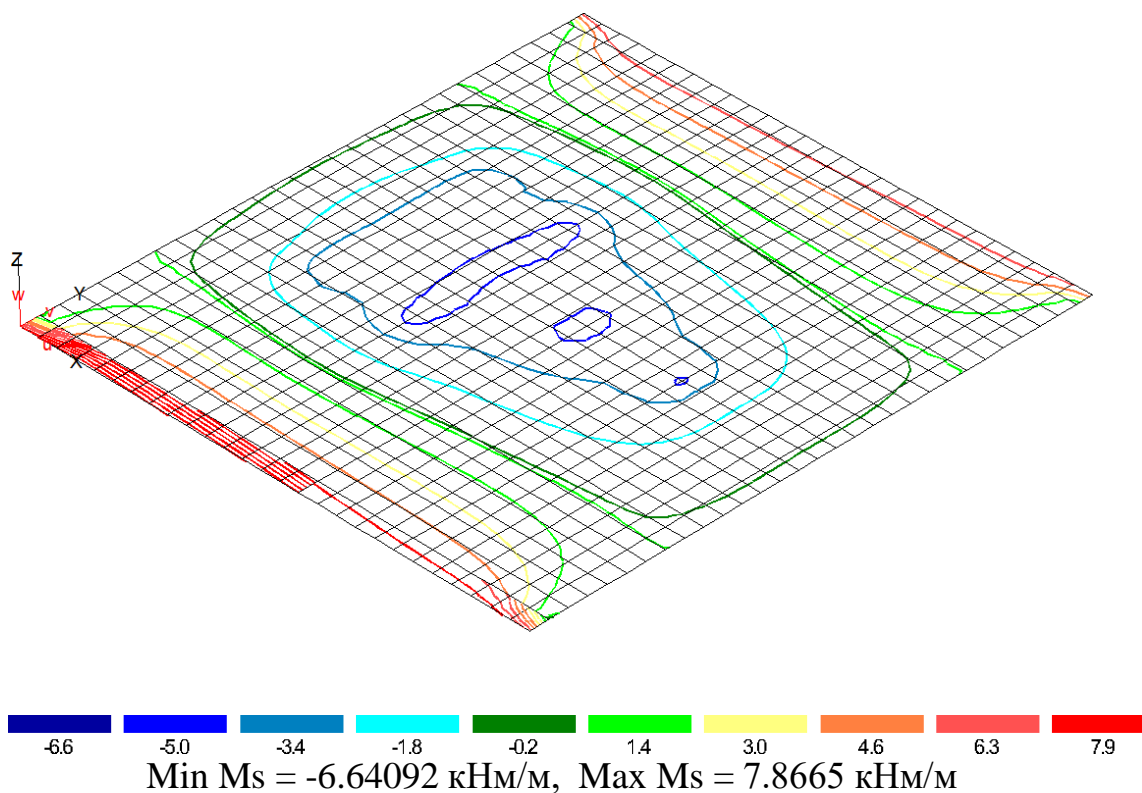


Рисунок 21 – Изгибающие моменты относительно оси s (y)

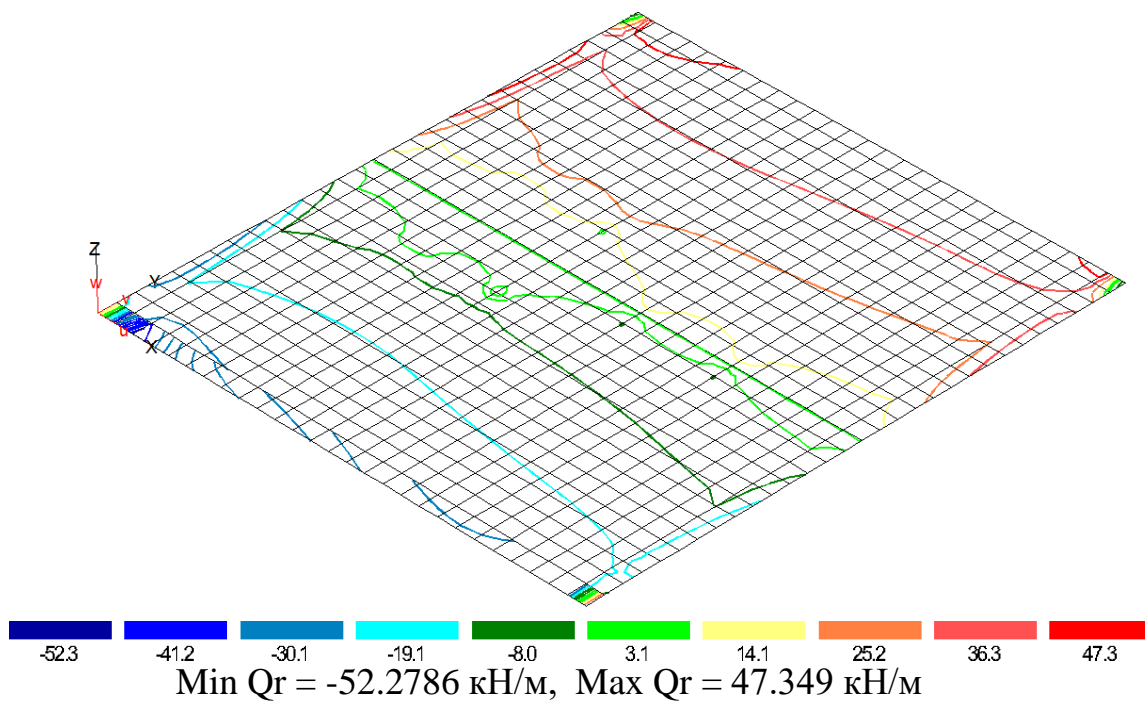


Рисунок 22 – Поперечные силы по оси r (x)

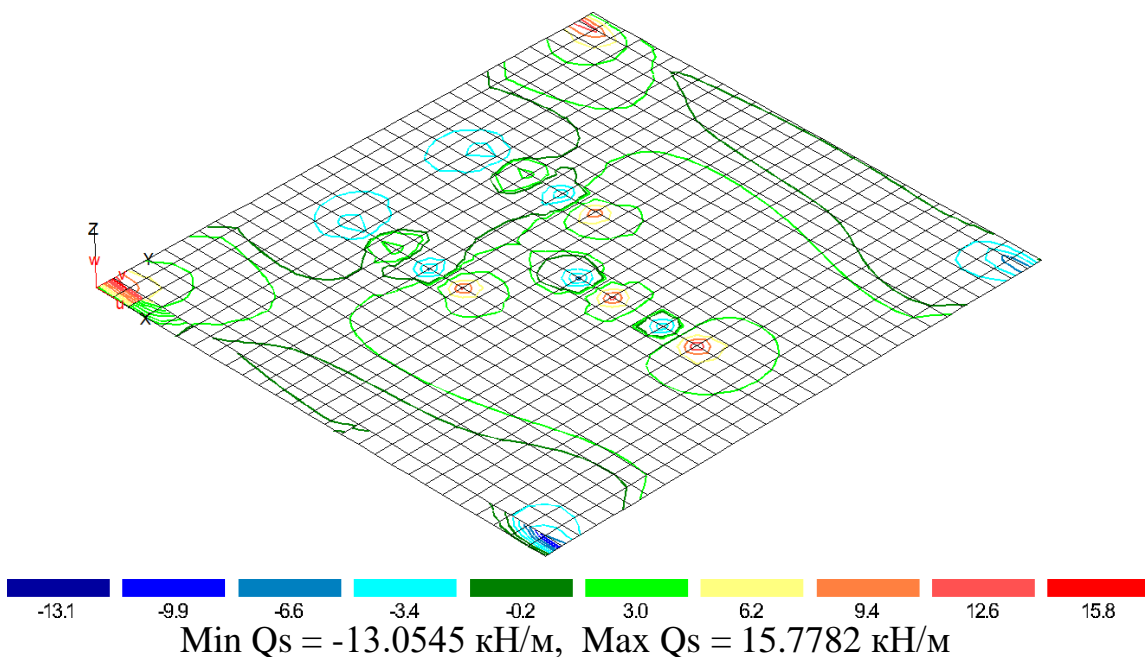


Рисунок 23 – Поперечные силы по оси s (y)

Максимальный прогиб плиты составляет 2.5 мм, что меньше предельно допустимого 30 мм ($L/200=6\text{м}/200=0,03\text{м}=30\text{мм}$), то есть условие жесткости выполняется.

Список используемой литературы:

1. СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия»
2. СП 63.13330.2018 «БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»
3. Кондратьева, Л. Е. Численные методы расчетов строительных конструкций. – Владимир: ВлГУ, 2020. – 180 с.

УДК 69.04

АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ УСИЛИЙ В ФЕРМАХ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПОЯСАМИ ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

К. Н. КИРИЛЛОВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа Смк-222, E-mail: kirillov.98.98@mail.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_l_e@mail.ru

Аннотация: исследованы распределения внутренних усилий в плоских фермах с параллельными поясами от вертикальной нагрузки; усилия рассчитывались в программе ЛИРА-САПР; есть возможность использования работы в качестве методического материала при изучении соответствующих разделов строительной механики.

Ключевые слова: ферма, внутренние усилия, распределение усилий, ЛИРА-САПР.

Ферма – конструкция, имеющая очень широкое применение в зданиях и сооружениях. Фермы могут быть плоскими и пространственными. Например, плоские фермы мы видим в покрытиях большепролетных зданий и сооружений (рис. 1, а). А пространственные фермы – это, например, вышки мобильной связи, опоры линий электропередач (рис. 1, б).



Рисунок 1 – Плоские и пространственные фермы

В распределении усилий в стержнях ферм существуют определенные закономерности, особенно хорошо эти закономерности изучены для давно использующихся плоских балочных ферм с простой решеткой [1]. Целью данной работы было получение закономерностей распределения усилий в стержнях плоских ферм с параллельными поясами; рассматривались как классические *балочные* фермы, так и фермы с другими видами опирания (*консольно-балочные и др.*).

Для расчета усилий была выбрана современная программа на основе метода конечных элементов ЛИРА-САПР. Результаты расчета отображены в виде мозаик (величина усилия отображается цветом определенной интенсивности; для отрицательных усилий используется синий цвет, для положительных – красный; шкала интенсивностей располагается рядом).

На рис. 2, 3 представлены *балочные фермы* (в опорах, расположенных на концах фермы, при вертикальной нагрузке возникают только вертикальные реакции). На рис. 4, 5 – расчетные схемы этих ферм в программе ЛИРА-САПР и мозаики усилий.

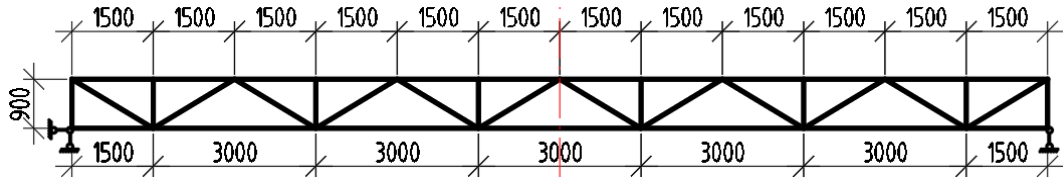


Рисунок 2 – Балочная ферма 1 (грузовой пояс – верхний, узловая нагрузка 3 кН, 1.5 кН)

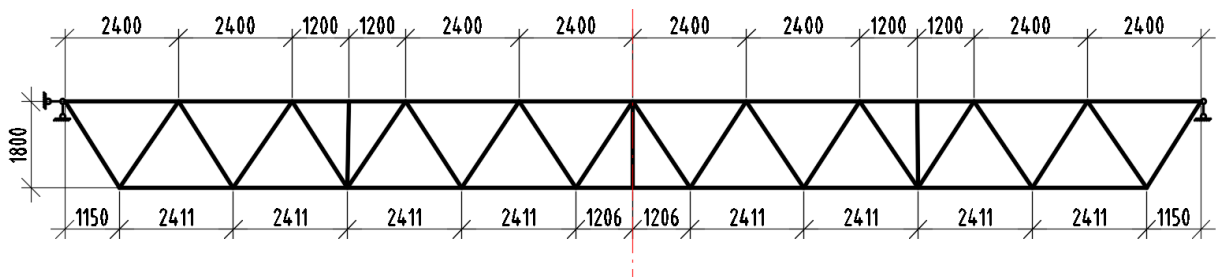


Рисунок 3 – Балочная ферма 2 (грузовой пояс – верхний, узловая нагрузка 3 кН, 1.5 кН)

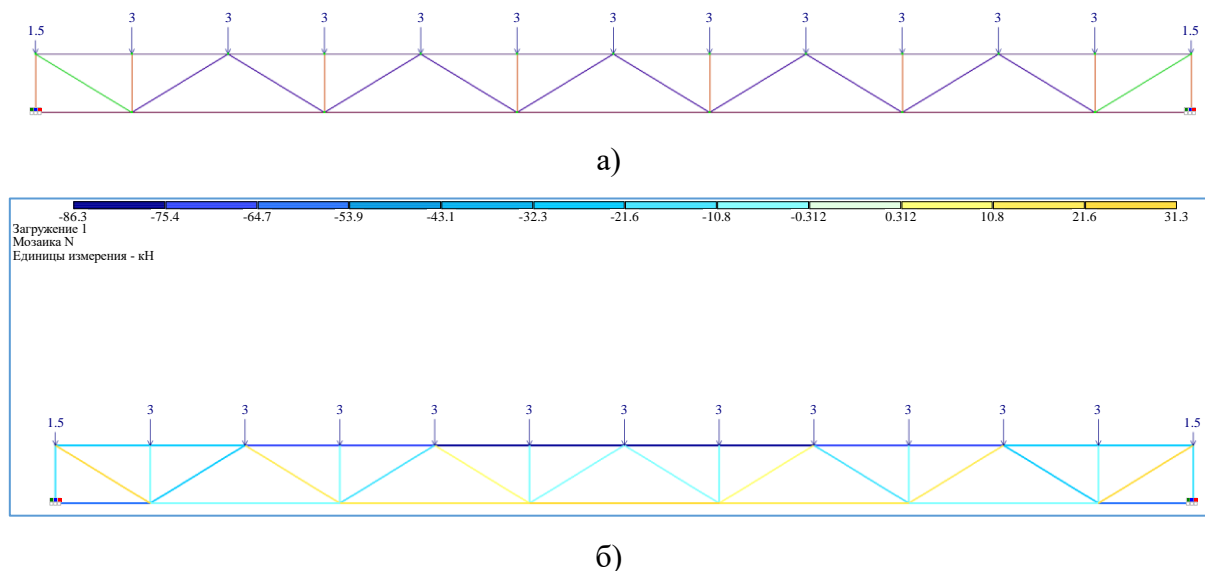


Рисунок 4 – а) расчетная схема балочной фермы 1; б) мозаика продольных сил для балочной фермы 1

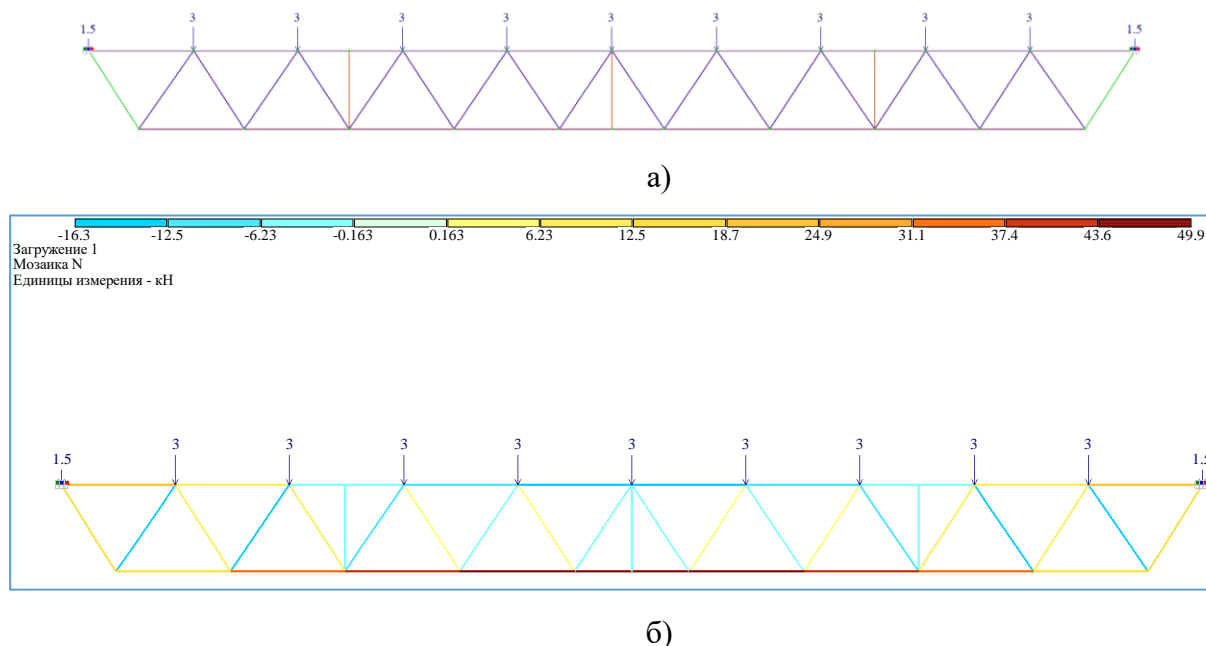


Рисунок 5 – а) расчетная схема балочной фермы 2; б) мозаика продольных сил для балочной фермы 2

Результаты расчета показывают, что *усилия в стержнях нижних поясов (растягивающие)* увеличиваются от краев к середине фермы, *абсолютные значения усилий (сжимающих) в стержнях верхних поясов* также увеличиваются от краев к середине фермы. *Восходящие* (по отношению к ближайшей опоре) *раскосы* работают на сжатие, *нисходящие* (по отношению к ближайшей опоре) *раскосы* – на растяжение. При этом *усилия в нисходящих раскосах* и *абсолютные значения усилий в восходящих раскосах* уменьшаются от краев к середине фермы. Эта картина соответствует общим закономерностям распределения усилий в стержнях балочных ферм с параллельными поясами при вертикальной нагрузке. В двух ближайших к опорам панелях усилия в стержнях поясов, на которых расположены опоры, отклоняются от общих закономерностей, что связано, очевидно, со статической неопределимостью расчетной схемы (узлы ферм моделировались жесткими).

На рис. 6 представлена консольно-балочная ферма (опоры расположены не на концах фермы, и по краям фермы имеются консольные части). На рис. 7 – расчетная схема этой фермы в программе ЛИРА-САПР и мозаика усилий.

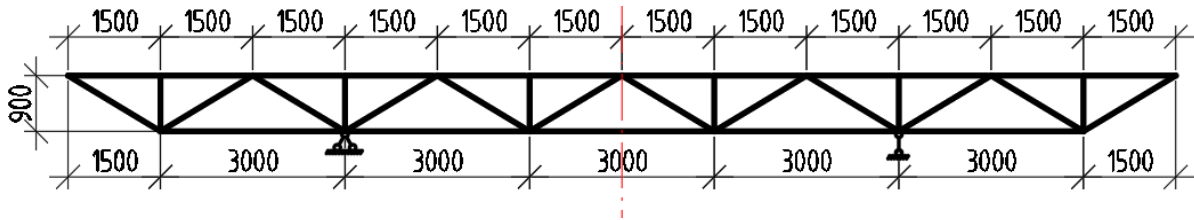


Рисунок 6 – Консольно-балочная ферма (грузовой пояс – верхний, узловая нагрузка 3 кН, 1.5 кН)

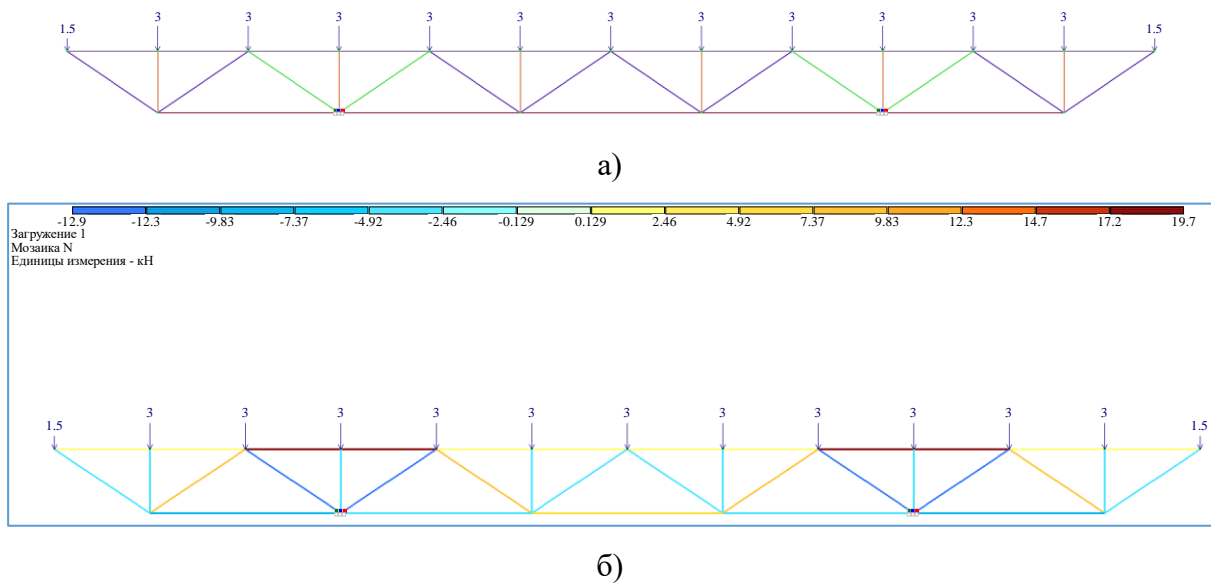


Рисунок 7 – а) расчетная схема консольно-балочной фермы; б) мозаика продольных сил

Результаты расчета показывают, что при таком соотношении пролета и консольных частей фермы *стержни нижнего пояса сжаты* (за исключением среднего стержня), *стержни верхнего пояса растянуты*. *Усилия в стержнях верхнего пояса уменьшаются от опор к краям и середине фермы* (наибольшие усилия возникают в стержнях, расположенных непосредственно над опорами). В пролете *восходящие и нисходящие раскосы* ведут себя так, как в балочных фермах (рис. 2, 3), – и по характеру деформации,

и по характеру изменения абсолютных значений усилий. Очевидно, при других соотношениях пролета и консольных частей фермы можем иметь другую картину распределения усилий.

На рис. 8 представлена ферма с опорами на верхнем и на нижнем поясах. На рис. 9 – расчетная схема этой фермы в программе ЛИРА-САПР и мозаика усилий.

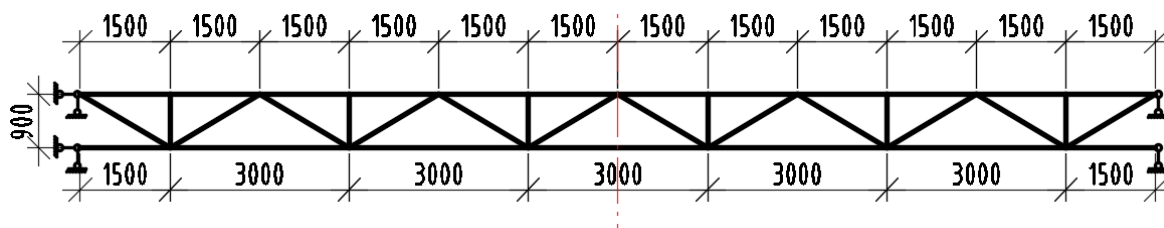
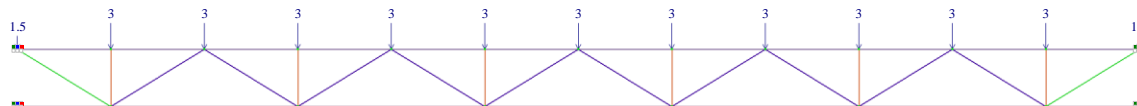
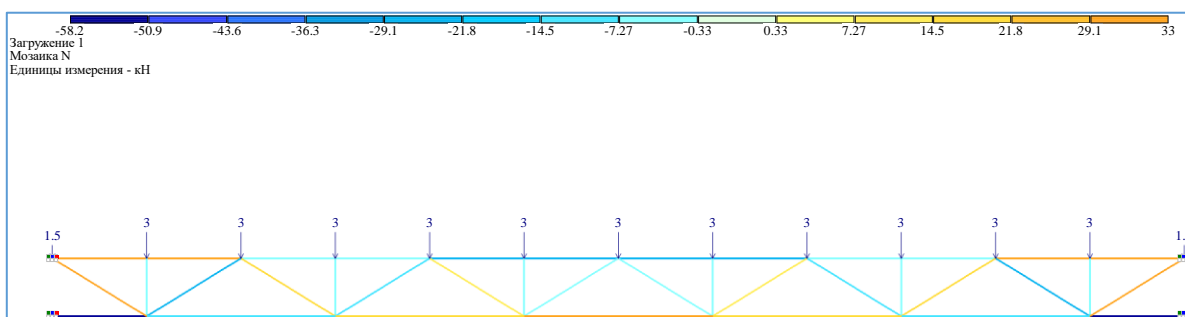


Рисунок 8 – Ферма с опорами на двух поясах (грузовой пояс – верхний, узловая нагрузка 3 кН, 1.5 кН)



а)



б)

Рисунок 9 – а) расчетная схема фермы с опорами на двух поясах; б) мозаика продольных сил

Результаты расчета показывают, что *стержни нижнего пояса* растянуты, *стержни верхнего пояса* сжаты (исключение составляют стержни двух ближайших к опорам панелей). *Растягивающие усилия в стержнях нижнего пояса* увеличиваются от опор к середине фермы, *абсолютные*

значения сжимающих усилий в стержнях верхнего пояса увеличиваются от опор к середине фермы. Восходящие раскосы работают на сжатие, нисходящие раскосы – на растяжение. При этом усилия в нисходящих раскосах и абсолютные значения усилий в восходящих раскосах уменьшаются от краев к середине фермы. Очевидно, здесь особенности распределения внутренних усилий обусловлены, в частности, видом опирания.

Таким образом, распределение усилий в стержнях плоских ферм с параллельными поясами при вертикальной нагрузке зависит от многих факторов и может существенно меняться (например, при изменении опор). Полученные результаты могут использоваться как методический материал при изучении расчета ферм студентами направлений «Архитектура» и «Строительство». В инженерной практике знание таких закономерностей необходимо для правильного представления о характере работы ферм, для оценки результатов их расчетов.

Список используемой литературы:

1. Дарков, А. В., Шапошников, Н. Н. Строительная механика. – М.: Высшая школа. 1986. – 607 с.
2. Киселев, В. А. Строительная механика. Общий курс. – М.: Стройиздат. 1986. – 520 с.
3. Кондратьева, Л. Е. Строительная механика: учебное пособие / Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Издательство ВлГУ. 2013. – 252 с.
4. <https://vt-metall.ru/articles/753-ferma-metalicheskaya/> (дата обращения 30.05.2023)
5. https://yandex.ru/images/search?img_url=https%3A%2F%2Fsun9-29.userapi.com%2Fimpg%2FH2ZGsE6g07F7IZnuc6cYrRpYHDfOfebdsBc6iQ%2FKYLQUJG8V4o.jpg%3Fsize%3D800x572%26quality%3D96%26sign%3

D7292f48459322dacee5f6a822b8dfd8c%26c_uniq_tag%3DAB4vaNgSRoMLcJ
WEPDZrqtZRrSpmYS66uPfqwMLQMVg%26type%3Dalbum&lr=213&noreas
k=1&p=5&pos=21&rpt=simage&source=wiz&text=%D0%BE%D0%BF%D0%
BE%D1%80%D1%8B%20%D0%9B%D0%AD%D0%9F%20%D1%84%D0%
BE%D1%82%D0%BE (дата обращения 30.05.2023)

УДК 624.04

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ (АРОК, ФЕРМ, ПОДПОРНЫХ СТЕН)**

А. А. ЗАВРАЖНОВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-420, E-mail: zavrashnov14102002@gmail.com

Д. А. ИЛЬИЧЕВ – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-420

А. И. ПОМЕЛОВА – студент, Институт архитектуры, строительства и энергетики, группа С-420, E-mail: pomelovaa@internet.ru

Л. Е. КОНДРАТЬЕВА – доцент, к.т.н., Институт архитектуры, строительства и энергетики, кафедра автомобильных дорог, E-mail: kondratieva_1_e@mail.ru

Аннотация: представлен обзор основных этапов развития теории расчета конструкций, использующихся в дорожном строительстве, – арок, ферм, подпорных стен.

Ключевые слова: арка, ферма, подпорная стена, история, расчёт, прочность.

Люди изучают историю (науку, исследующую прошлое), чтобы лучше понять настоящее и постараться заглянуть в будущее. История строительной науки (мы в этой публикации говорим об истории развития теории строительных конструкций) помогает правильно оценить существующие методы расчетов, прогнозировать и планировать дальнейшие исследования и, конечно, помнить об ученых, которые создали фундамент современного строительного проектирования.

Возможно, самыми древними строительными конструкциями являются *арки*. Широко известны арочные сооружения времен Древнего Рима; некоторые из них сохранились и до наших дней. Очевидно, при проектировании и строительстве арочных конструкций римляне основывались на эмпирических правилах и интуиции, что, несмотря на отсутствие теорий, не помешало в дальнейшем пользоваться их строительными приемами (и восхищаться результатами их труда).

Во время экономического подъема эпохи Возрождения появилась необходимость продолжать изучение арочных конструкций. В конце XVII – начале XVIII в. были предприняты попытки построить теорию арок. Первым ученым, применившим статику для расчета арки, был член французской академии Лаир. Предметом его рассмотрения была полуциркулярная арка с абсолютно гладкими поверхностями соприкосновения ее частей (клиньев), через эти поверхности передаются только нормальные напряжения. Математик задался вопросом: если арка находится под действием нагрузки собственного веса, то какими должны быть веса клиньев, чтобы конструкция была единой (не «рассыпалась»)? Задача решалась графически (рис. 1). Лаир пришел к выводу, что вес последнего клина, опирающегося на плоскость CE , должен быть бесконечно большим; проблему он предложил решить введением связей (цемента) между клиньями, с помо-

щью чего скольжение клиньев друг по отношению к другу будет предотвращено.

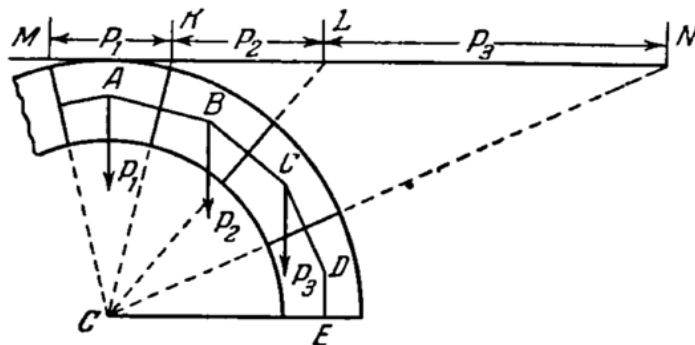


Рисунок 1 – К определению Лаиром весов клиньев

Кроме этого, ученый ставил перед собой задачу определения размеров поддерживающих арку колонн; полученная им методика (определения массы колонн) была использована на практике.

В начале XVIII в. развитием теории арок занимался французский инженер Кулон: используя испытания на моделях, он определил, что важно учитывать не только возможность скольжения клиньев друг относительно друга, но и возможность их взаимных поворотов (рис. 2).

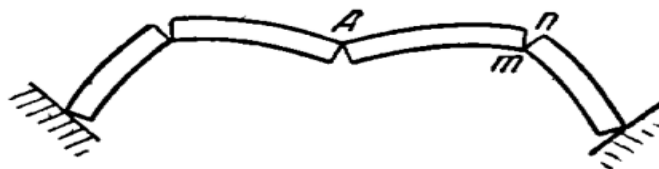


Рисунок 2 – Схема деформации по Кулону

На протяжении первых десятилетий XIX в. большая часть ученых придерживалась схемы разрушения Кулона. Вошло в практику использование таблиц для определения положения опасных сечений у арок некоторых типов.

Во второй трети XIX в. развитием теории занимается австрийский инженер Герстнер: он утверждает, что изгибающие моменты в сечениях трёхшарнирной арки (под действием вертикальной нагрузки) можно сде-

лать нулевыми. Ось арки в таком случае должна описываться законом изменения балочного изгибающего момента (изгибающего момента в статически определимой двухопорной балке такого же пролета, что и арка), что следует из формулы для изгибающего момента в трехшарнирной арке (хорошо известной сейчас в строительной механике):

$$M_{\kappa} = M_{\kappa}^0 - Hy_{\kappa} = 0.$$

Такое очертание арки называется рациональным, и именно к нему стараются приблизиться при проектировании (при вертикальной нагрузке, направленной сверху вниз, арка такого очертания работает только на сжатие и не работает на изгиб).

Английский физик Мозли изучал статически неопределимые арки.

Важнейший вклад в развитие теории арок был сделан немецким инженером Мором в последней трети XIX в.: он предложил графический метод исследования арок (рис. 3, двухшарнирная арка), позволяющий определять усилия и перемещения в арке.

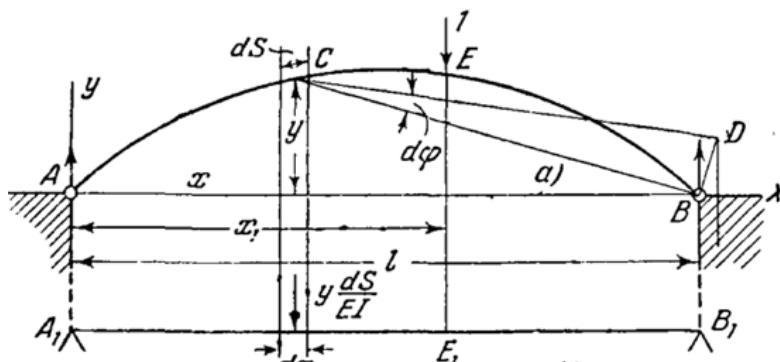


Рисунок 3 – К методу Мора для арок

В XX в. с широким введением в строительную практику железобетона арки стали массово использоваться, особенно в мостовых и кровельных конструкциях, что потребовало более совершенных методов исследования усилий. Появились методы расчета статически неопределимых арок, хо-

рошо известные в классической строительной механике (например, расчет на основе метода сил).

Первые задокументированные *фермы* относятся к Древнему Риму. Хорошо известно деревянное верхнее строение моста через реку Дунай, построенное по приказу императора Траяна (рис. 4). Вообще первые сооружения, в которых фермы нашли свое применение, были деревянными, – это мосты и стропильные перекрытия.

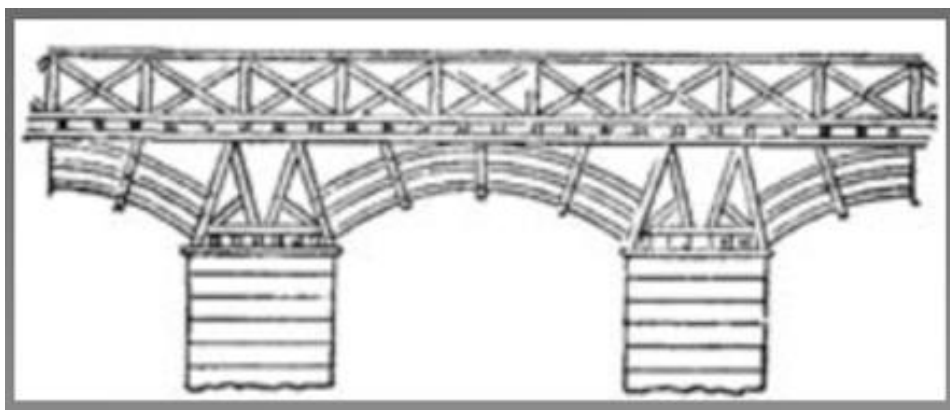


Рисунок 4 – Пролет моста Траяна

В эпоху Возрождения интерес к деревянным фермам проявили архитекторы Италии. Знаменитый архитектор Палладио, вероятно, был одним из первых, кто применил данную конструкцию для перекрытия сравнительно больших пролетов (рис. 5).



Рисунок 5 – Мост Палладио

В качестве примера, вероятно, также использования не расчетов и теорий, а опыта, таланта и интуиции, хочется отметить мосты швейцарских плотников Грубенманнов.

Первой систематической сводкой сведений по расчету ферм была, вероятно, книга Уиппла (США), вышедшая в середине XIX в. В США были созданы первые металлические фермы, а Уиппл занимался и строительством металлических мостов (сжатые элементы выполнялись из чугуна, растянутые – из сварочного железа), и разработкой методов расчета ферм.

Российский инженер и ученый Д. Журавский (XIX в.) для строительства моста через реку Веребью (рис. 6) разработал метод вычисления усилий в его элементах, дал общий метод расчета ферм с параллельными поясами. Он изучал и продолжал разрабатывать мостостроительные решения американского инженера Гау, они использованы при строительстве мостов Николаевской железной дороги.



Рисунок 6 – Веребьинский мост Журавского

Подпорное сооружение – сооружение, выполняемое для восприятия горизонтального давления и удержания грунта при перепаде высотных отметок; может быть самостоятельным сооружением или служить частью объекта капитального строительства.

С увеличением сложности строительства и необходимостью возведения сооружений на сложных участках местности оказалась необходима теоретическая база для расчёта оснований. Её можно разделить на расчёты по теории упругости с различными допущениями и механику грунтов.

Первой теорией расчёта с использованием механики грунтов (графическое решение) стала теория Кулона для подпорных стен, созданная в 1773 г. Кулон ввёл понятие сухого трения грунта и установил влияние угла внутреннего трения и сцепления на сопротивление сдвигу связных грунтов. Давление на подпорную стену по Кулону обусловлено объемными силами собственного веса грунта, под действием которых происходит сдвиг тела обрушения по некоторой поверхности скольжения. Признавая криволинейность линии скольжения, Кулон для расчета давления грунта принял упрощения: грунт представлен песком; поверхность скольжения представлена плоскостью вдоль задней грани стенки.

Угол трения δ отражает отклонение равнодействующей давления грунта от нормали к задней грани стенки. Давление грунта P_A находится по формуле

$$P_A = W * \sin (\theta - \varphi) / \sin (\alpha + \theta - \varphi),$$

где

W – вес сползающего грунта,

φ – угол между действующей силой и нормалью к плоскости скольжения грунта,

θ – угол, образуемый плоскостью скольжения и горизонтом;

α – угол между приложенным давлением P_A и вертикалью.

При использовании данного метода остаётся неизвестным угол θ ; для решения этой проблемы Кулон принял максимальное значение давления грунта P_A на 1/3 высоты подпорной стены от её подошвы, тем самым ин-

туитивно Кулоном была предложена треугольная эпюра распределения давления по задней стороне стенки.

В 1840 году французский математик и инженер Понселе предложил своё решение данной задачи. В результате геометрических построений находилась точка С, определяющей положение плоскости сползания с наибольшим давлением. Метод Понселе основан на построении силового треугольника, равновеликого площади основания призмы сползания; построение возможно, только если форма основания призмы сползания - треугольник; при многоугольной форме основания призмы сползания оно (основание) приводится к равновеликому треугольнику, что дает приближенное значение равнодействующей активного давления.

В XIX в. основой для теории подпорных стен являлись теория Кулона и её различные модификации; большинство этих методов - графические решения с множеством допущений.

В XX в. при развитии теории пластичности стали появляться более сложные (и более точные) методы решения задач расчета подпорных стен. Большой вклад в развитие данных методов внёс советский механик В. Соколовский.

По Соколовскому условие прочности, обеспечивающее отсутствие на любой площадке грунта соскальзывания, имеет вид:

$$|\tau_n| \leq (\sigma_n + H) * \operatorname{tg}\varphi,$$

где

τ_n – касательные напряжения в грунтовой толще,

σ_n – нормальные напряжения в грунтовой толще,

$H = c * \operatorname{ctg}\varphi$ – предел прочности равномерному всестороннему сжатию,

φ – угол внутреннего трения грунта.

На основе преобразованной системы уравнений равновесия грунтовой среды Соколовский получил численное решение (по методу конечных разностей), составил рекуррентные формулы и указал пути решения основных краевых задач, охватывающих все многообразие проблем сопротивляемости грунтов сдвигу при их взаимодействии с сооружениями:

- несущей способности и устойчивости оснований;
- несущей способности и устойчивости откосов;
- давления грунтов (активное и пассивное) на подпорные стенки;
- устойчивости подпорных стенок.

В то же время, решения Соколовского имеют ограничения: невозможно строго учесть действие сосредоточенных сил, ступенчатую нагрузку, сложный с переломами контур поверхности массива и поверхностей сооружений и ряд других условий натуральных задач.

В наши дни для решения задач по устройству подпорных стен применяется численный метод конечных элементов, реализованный в компьютерных программах. Но достижения исследователей прежних веков работают и сейчас. При создании расчетных моделей для решения геотехнических задач встает вопрос об использовании той или иной модели грунта. Используется линейная упругая модель (на основе закона Гука), включающая два параметра жесткости, - модуль Юнга и коэффициент Пуассона. Применяется также упругопластическая модель Мора-Кулона, требующая задания пяти параметров, - модуля Юнга, коэффициента Пуассона, сцепления, угла трения, и угла дилатансии; в основу модели положен критерий прочности Мора-Кулона:

$$\tau_n = \sigma_n * \operatorname{tg} \varphi + c,$$

где

τ_n – касательные напряжения в грунтовом массиве,

σ_n – нормальные напряжения в грунтовом массиве,

φ – угол внутреннего трения грунта;

c – сцепление грунта.

В последние десятилетия широкое применение нашли специализированные компьютерные программы на основе численных методов (в первую очередь, на основе метода конечных элементов), позволяющие рассчитывать любые конструкции; это отдельная тема. Отметим, что графические компьютерные программы, позволяющие выполнять чертежи с высокой точностью, могут вновь сделать актуальными графические методы расчета, в том числе, арок, ферм, подпорных стен.

Список используемой литературы:

1. СП 381.1325800.2018. «Сооружения подпорные. Правила проектирования»
2. Клейн, Г. К. Расчет подпорных стен. – М.: Высшая школа, 1964.
3. Соколовский, В. В. Статика сыпучей среды – М.: Наука, 1990.
4. Тимошенко, С. П. История науки о сопротивлении материалов. – М.: Государственное издание технико-теоретической литературы, 1957.
5. Бернгард, В. Р. Арки и своды. Руководство к устройству и расчету арочных и сводчатых перекрытий. Часть 1. Санкт-Петербург, 1901.
6. Кондратьева, Л. Е. Строительная механика. Учебное пособие. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013.
7. Кондратьева, Л. Е. Основы метода конечных элементов – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007.
8. Шерстяных, К. Э. Анкерное крепление стен глубокого котлована. Магистерская диссертация. – СПбПУ, 2011.

9. https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.5df8d380-64d9cd63-c23d4d59-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Ponte_Vecchio,_Bassano
(дата обращения 30.05.2023)

Научное электронное издание

ДНИ НАУКИ СТУДЕНТОВ ИАСЭ – 2023

Материалы научно-практической конференции

20 марта – 7 апреля 2023 г.

г. Владимир

Издаются в авторской редакции

За содержание статей, точность приведенных фактов и цитирование
несут ответственность авторы публикаций

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10; Adobe Reader;
дисковод DVD-ROM.

Тираж 8 экз.

Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
Изд-во ВлГУ
rio.vlgu@yandex.ru

Институт архитектуры, строительства и энергетики
kondratieva_1_e@mail.ru